No. 2/1984

Canada Agriculture

Corn research—page 4

Recherche sur le maïs—page 5

CENTRAL LIBRARY
EDIFICE CARLING BLDG.
OTTAWA, ONTARIO
CANADA K1A 0C5
BIBLIOTHEQUE CANADIENNE DE L'AGRICULTURE

Canada Agriculture

Volume 30 no. 2

CANADA AGRICULTURE is published quarterly to inform extension workers and agribusinessmen of developments in research and other federal agricultural responsibilities.

Any article may be reproduced without special permission provided the source is given credit. If excerpts only are to be used, authors' permission should be obtained.

Reprinted articles must not be associated with advertising material. The use of trade names published in this journal implies no endorsement of the products named nor any criticism of similar products not mentioned.

Contributors may submit articles in either English or French to the Secretary, Editorial Board, Communications Branch, Agriculture Canada, Ottawa K1A 0C7.

Volume 30 n° 2

CANADA AGRICULTURE est une revue trimestrielle qui renseigne les vulgarisateurs et représentants du négoce agricole sur les développements de la recherche et des autres services agricoles du gouvernement fédéral.

La reproduction des articles est permise en indiquant l'origine. Pour reproduire des passages, l'autorisation de l'auteur est nécessaire.

Les articles reproduits ne doivent pas servir à des fins de réclame. La mention de marques de fabrique ne signifie pas que la revue garantit ces produits ni qu'elle déconseille d'autres produits non mentionnés.

Les articles en anglais ou en français doivent être adressés au secrétaire du Comité de rédaction, La Direction générale des communications, Agriculture Canada, Ottawa K1A 0C7.

Agriculture Canada

Hon. Ralph Ferguson
Minister / Ministre

J.P. Connell,
Deputy Minister / Sous-ministre

PROFILE / PAGE 3

FEATURES / PAGE 4

Inbred maize lines resistant to European corn borer / page 4

Integrated disease control in greenhouse crops / page 10

Monoclonal antibodies in plant virus diagnosis / page 14

UPDATE / PAGE 16

Soil improvement in the Abitibi region / page 16

Detection of anthomyiid flies / page 20

Land preparation: a key to successful soil fumigation / page 22

The effect of muscle fiber orientation on meat tenderness / page 26

Effects of outbreaks of black flies on livestock / page 26

Sylvagrest-a new substrate in ornamental horticulture / page 32

The dangers of growing corn on hilly terrain / page 34

ECHOES / PAGE 36

PROFIL / PAGE 3

ARTICLES DOCUMENTAIRES / PAGE 5

Maïs résistant à la pyrale du maïs... / page 5

Lutte intégrée contre les maladies en serriculture maraîchère / page 11

Diagnostic des viroses végétales par anticorps monoclonaux / page 15

MISE À JOUR / PAGE 17

L'amendement des terres argileuses de l'Abitibi... / page 17

Le dépistage des mouches anthomyiides / page 21

Préparation du terrain, recette pour une bonne fumigation / page 23

Effet de l'orientation des fibres musculaires sur la tendreté de la viande / page 27

Effets des infestations de mouches noires sur le bétail dans le centre-est de la Saskatchewan / page 27

Un nouveau substrat en horticulture ornementale: le Sylvagrest / page 35

Les dangers de la culture du maïs dans les régions accidentées / page 35

ÉCHOS / PAGE 37

Cover Photo

Researchers M. Hudon and M. Chiang at work at St. Jean Research Station.

Photo de la couverture

Deux chercheurs à l'œuvre, MM. Hudon et Chiang, à la Station de recherches de Saint-Jean-sur-Richelieu

Published by Communications Branch / Publié par la Direction générale des communications / Agriculture Canada

Charlottetown Research Station

The research station at Charlottetown was established in 1909, and this year is celebrating its 75th anniversary. The station comprises three properties — the home farm in Charlottetown where the office-laboratory and service buildings are located (65 ha), the Upton farm in West Royalty where livestock research is located (110 ha), and a newly acquired research farm at Harrington (90 ha).

The Charlottetown Station has Atlantic region responsibility for research on the production, protection and utilization of livestock feed crops, certain processing vegetable crops, and tobacco. The station also has research programs on potatoes, soil management and conservation, and on dairy breeding and calf nutrition.

Cereal research includes the development of adapted, high yielding, disease resistant varieties of wheat, barley, and oats; evaluation of introduced varieties of cereals, corn, and protein crops; the development of intensive cereal production systems; and the development of minimum tillage practices. Forage research includes identification of superior species and varieties; breeding for disease resistance and longevity of red clover; identification of species and management practices to improve winter survival; and the development of sod seeding technology. In addition, forage conservation systems are researched, and alternative cropping and feed-livestock production systems are evaluated.

Vegetable and tobacco research includes fertility, weed control, cultivar evaluation and management, as well as research on bioactivity and degradation of soil insecticides.

Station de recherches de Charlottetown

La Station de recherches de Charlottetown célèbre cette année son 75e anniversaire depuis sa fondation en 1909. La Station occupe trois terrains : la ferme de Charlottetown, où se trouvent le bureau-laboratoire et les bâtiments de service (65 ha), la ferme Upton à West Royalty, siège des activités de recherche sur les bestiaux (110 ha), et la nouvelle ferme expérimentale de Harrington (90 ha).

La Station de Charlottetown s'occupe, pour la région de l'Atlantique, des recherches sur la production, la protection et l'utilisation des cultures fourragères destinées à l'alimentation animale, de certains légumes de transformation et du tabac. Elle administre également des programmes de recherche sur les pommes de terre, la gestion et la conservation des sols, l'élevage des bovins laitiers et la nutrition des veaux.

Les travaux de recherche sur les céréales portent sur la création de variétés de blé, d'orge et d'avoine mieux adaptées, à rendement élevé et résistantes aux maladies; l'évaluation des nouvelles variétés de céréales, de maïs et de protéagineux; l'élaboration de systèmes de production intensive et la mise au point de méthodes de labour minimal. En ce qui a trait aux céréales fourragères, les recherches portent sur l'identification des espèces et des variétés supérieures; la sélection pour la résistance aux maladies et la longévité du trèfle rouge; l'identification des cultures et des méthodes d'exploitation permettant d'améliorer la rusticité; et la mise au point de techniques de semis direct sous gazon. Elles portent aussi sur l'élaboration de systèmes de conservation des fourrages et de l'évaluation d'autres systèmes de production végétale et d'exploitation mixte (aliments du bétail et bestiaux).

Les recherches sur les légumes et le tabac touchent des domaines comme la fertilité, la lutte contre les mauvaises herbes, l'évaluation des cultivars ainsi que la bioactivité et la dégradation des insecticides du sol.

Dr. L.B. MacLeod, Director
Le directeur, L.B. MacLeod

Aerial view of the Charlottetown Research Station

Vue à vol d'oiseau de la Station de recherches de Charlottetown

Upton Farm, the site of dairy research at the station

La ferme Upton, lieu où la Station poursuit ses recherches sur la production laitière

Inbred maize lines resistant to European corn borer

M. Hudon, M.S. Chiang,
I. Ogilvie and D. Chez

In 1969, a breeding program for maize resistance to the European corn borer and stalk rot disease was initiated at the St-Jean Research Station. Marcel Hudon and his team-workers started this program after the tremendous and steady increase of grain maize production in Quebec during the late 1960s and the Canadian participation to IWGO (International Working Group on *Ostrinia*). The St-Jean program has progressed and yielded, so far, a number of early-resistant maize inbred lines having good agronomic traits (big ear) that were distributed worldwide in 1983.

Industrial use of maize has steadily increased during the last two decades because of the rapid growth in the need for starches, sweeteners, ethanol, and other products. To reduce rapidly escalating drying costs, short-season maize is being developed and grown more and more throughout the world. Grain maize production particularly of the short-season type is progressively expanding each year in Canada. Quebec and Manitoba during the past decade extensively increased their maize areas.

One of the big problems in grain maize production throughout the world remains the borers. Among these, the European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hubn.), is highly destructive in areas where it has a single generation a year. Feeding larvae penetrate and bore within the maize plant from the end of June until harvest in the fall, resulting in a tremendous amount of tunnelling and stalk breakage. The situation is less harmful in areas where this insect has two generations or more a year. The economic value of a grain maize crop seldom justifies insecticide treatment, except where it is grown for seed.

Other noxious organisms damaging maize production throughout the world are stalk and ear rot diseases, which can cause, like the borers, substantial yield losses, particularly in early-maturing maize. Holes made by borers within the stalks often create an entrance for stalk rot organism.

Sources of adequate resistance to major diseases and insects are becoming more and more available. Such resistance is being incorporated into breeding populations and widely used inbreds. Breeding maize inbred lines resistant or tolerant to borers has become one of the main objectives of maize research organizations throughout the world. In the past maize breeding programs were sometimes accompanied by reduced genetic diversity, which makes maize more vulnerable to risks of economic losses from diseases and insects. Developing maize germplasm resistant or tolerant to noxious organisms, with great diversity of genetic possibilities, including exotic sources, has become the priority of worldwide maize-breeding programs. The challenge is to incorporate significant proportions of exotic germplasm into adapted inbred lines and to maintain their productivity in hybridization. This is the objective of the St-Jean maize breeding program.

This program was initiated in 1969, when Canada joined the international cooperative project on the European

Intensive European corn borer research in progress at St. Jean.

Lignées de maïs résistantes à la pyrale du maïs . . . 15 années d'amélioration génétique

M. Hudon, M.S. Chiang,
I. Ogilvie et D. Chez

Suite à la hausse importante et constante de la production de maïs au Québec, à la fin des années 1960, et de l'adhésion du Canada au G.T.I.O. (Groupe international de travail sur *Ostrinia*), une équipe de chercheurs de la Station de recherches de Saint-Jean a mis sur pied, en 1969, un programme de sélection visant à créer des lignées de maïs résistantes à la pyrale du maïs et à la fusariose. Jusqu'à maintenant, le programme a donné un certain nombre de lignées autofécondées hâtives résistantes, présentant des caractères agronomiques intéressants (gros épi). Ces dernières ont été distribuées partout dans le monde en 1983.

L'emploi du maïs dans la fabrication de produits alimentaires et industriels, sans parler de son utilisation dans les exploitations agricoles, a considérablement et constamment augmenté au cours des deux dernières décennies en raison de l'essor rapide des industries de fabrication d'édulcorants, d'éthanol et d'autres produits. Par ailleurs, afin de réduire les coûts sans cesse croissants du séchage et étant donné la valeur des hybrides hâtifs à rendement élevé, on crée et on cultive ce type de maïs de plus en plus dans le monde. Au Canada, la production de maïs augmente d'année en année, en particulier pour les variétés hâtives. Au cours de la dernière décennie en particulier, le Québec et le Manitoba ont augmenté considérablement leurs superficies de maïs. Cependant, les insectes foreurs restent la principale source de problèmes pour la production de maïs-grain dans le monde. Parmi ces derniers, la pyrale du maïs (*Ostrinia nubilalis* Hübn.) cause des dommages importants dans les régions où elle ne compte qu'une génération par année. En effet, de la fin de juin jusqu'à la récolte, en automne, la larve pénètre dans la plante pour s'y nourrir en y creusant tout un réseau de galeries qui affaiblissent la plante et causent le bris des tiges. La situation est cependant moins grave dans les régions où l'insecte produit deux générations ou plus par année, une partie du temps servant à sa métamorphose. Par ailleurs, économiquement parlant, la culture du maïs-grain justifie rarement l'application d'insecticides sauf lorsqu'on le cultive pour la semence.

Des recherches intensives sur la pyrale du maïs sont en cours à Saint-Jean.

Une autre maladie du maïs qui, comme les foreurs, entraîne des pertes importantes de rendement en particulier chez les variétés hâtives est la fusariose laquelle s'attaque à la tige et à l'épi. Les galeries creusées dans les tiges par les insectes foreurs favorisent souvent le développement du champignon qui cause cette maladie.

On a réussi à créer et à mettre en disponibilité des souches de plus en plus

corn borer. For that venture, each cooperating country had to supply 4 maize inbreds each year, 2 resistant and 2 susceptible, to evaluate the bio-ecology of the corn borer on those maize lines in the 10 initiating countries. Five other countries joined later and the project became the International Working Group on *Ostrinia* (IWGO). The original objective of bio-ecological study of the borer switched a few years later toward breeding maize for resistance. In the early 1980s, IWGO created 4 synthetic varieties, 2 early and 2 late, from the most resistant germplasm obtained from the 15 cooperating countries. Along with its international participation, the St-Jean Station expanded its program of breeding for resistance to the borer and to 2 maize disease organisms common in Quebec, stalk rot (*Gibberella zeae*) and eyespot (*Kabatiella zeae*), a foliage disease.

Since 1969, hundreds of maize germplasm sources (inbreds, hybrids, synthetic varieties, breeding populations) from all over the world were screened each year for resistance to the borer. Some lines and exotic maize germplasm were obtained from Latin America and Asiatic countries through the Plant Gene Resources in Ottawa, and from the Plant Introduction Bureau in Iowa, USA. Material from China, the USSR, and other socialist countries was obtained from the IWGO participating countries. Some maize germplasm was also obtained through the courtesy of private organizations. A number of composites were created by combining materials selected for their earliness and borer resistance. For each composite, from 10 to 20 or more selected resistant lines were planted in an isolated area for random mating for 2 years, or were hand pollinated. Such composites had a relatively wide range of maturity but high degree of resistance to leaf feeding by young corn borer larvae, and served as a source of population for a recurrent selection program. The procedures for creating composites and for recurrent selection used at St-Jean were described in a previous article (Canada Agriculture, Summer 1978). Two generations of random mating without borer infestation or selection were made, followed by 3 cycles of recurrent selection at a winter nursery in Florida each year. Plants in the summer nursery at St-Jean were infested each year with 9 corn borer egg masses a plant (about 200 eggs), then subjected to 3 cycles of inbreeding to establish 'moderate' inbred lines. During the inbreeding process, along with a borer infestation, plants were inoculated with 8 sorgho seeds enrobed with the eyespot inoculum (*K. zeae*) when plants were at the whorl stage and also (with a toothpick introduced in the 2nd internode) with the stalk rot inoculum (*G. zeae*) when plants were at the silking stage. Plants were normally rated for disease-resistance performance at maturity in September or at harvest.

Figure 1. Maize inbred line CSJ-1 in 1983, L'Acadie (Quebec) left, and Bergamo (Italy) right.

Figure 1 Lignée autofécondée de maïs CSJ-1, en 1983, l'Acadie (Québec) à gauche et Bergamo (Italie) à droite.

After 15 years of research and breeding, 14 composites or synthetic varieties were created or are under way. The first three synthetic varieties A, B, C yielded a number of early resistant inbred lines with good combining abilities. Since 1978, to increase borer resistance, seeds of some composites were sent to the Harrow, Ontario, Research Station to be intercrossed with *late* borer resistant maize germplasm obtained from IWGO and elsewhere, particularly Cornell University. This was done after the 3rd cycle of recurrent selection was completed. The synchronization of *early* and *late*-flowering maize plants for maximum pollination could be better achieved at the Harrow Station, which is located in a long-season maize area.

In 1983, the first three maize inbred lines CSJ-1, CSJ-2 and CSJ-3 and synthetic varieties A, B, C were distributed and evaluated in the 15 IWGO cooperating countries dispersed over 3 continents. A number of maize breeding organizations, universities, and governmental research stations also received the CSJ inbreds for evaluation. CSJ-1 and CSJ-2 are yellow dent inbreds and CSJ-3 is a light-yellow dent-flint line. They were developed from a 9-line composite started in 1972. The parental lines were T144, T393 (Romania), L359a, PLS14 (Poland), ZPK107 (Yugoslavia), F564 (France), Ky27TB (USSR) and CO190 (Ottawa Research Station). Those lines were selected for their *earliness* and *resistance* to leaf feeding by the borers observed at St-Jean. After 3 cycles of recurrent selection and 3 generations of inbreeding, 60 S_3 lines were established from synthetic variety A. Top cross was made at the Ottawa Research Station, using the single cross hybrid (190-5-1 × 303-13-1) as a common tester. Top cross performance for yield was evaluated at Macdonald College and at the l'Assomption, Quebec, Experimental Farm of the St-Jean Research Station. CSJ-1, CSJ-2 and CSJ-3 were selected because of their high yields in the top crosses. Pollen production is adequate and silks appear 70-74 days after planting. The maximum number of 85 days from planting to silking is an indication of maturity for maize inbred lines commercially useful in eastern Canada (southern Quebec). Other promising maize lines should be released from St-Jean in the coming years.

résistantes aux principales maladies et insectes ravageurs. On intègre ce caractère de résistance aux populations de sélection et aux lignées autofécondées les plus courantes. Par conséquent, les lignées autofécondées sélectionnées résistantes ou tolérantes aux foreurs constituent l'objectif principal de la recherche sur le maïs effectuée dans le monde. Autrefois, on n'accordait pas suffisamment d'importance au matériel de départ provenant des diverses sources afin de bénéficier du plus vaste patrimoine génétique possible. En effet, les programmes de sélection du maïs ne se fondaient que sur un potentiel génétique réduit, rendant ainsi le maïs plus vulnérable et augmentant les risques de pertes économiques dues à de nouveaux parasites. La mise au point d'un patrimoine génétique résistant ou tolérant aux organismes nuisibles à partir de lignées offrant un potentiel génétique très diversifié, provenant souvent de source exotique, constitue maintenant l'élément prioritaire des programmes de sélection de maïs à l'échelle mondiale. Le défi consiste à incorporer une proportion importante du fond génétique de variétés exotiques dans des lignées autofécondées bien adaptées et de maintenir leur valeur en hybridation. C'est ce que vise le programme de sélection de la Station de Saint-Jean.

Ce programme a débuté en 1969, au moment où le Canada s'est joint au projet coopératif international sur la pyrale du maïs (Canada Agriculture, automne 1970). Pour mener à bien cette entreprise, chacun des pays participants devait fournir chaque année quatre lignées de maïs autofécondées dont deux résistantes et deux sensibles, afin d'évaluer la survivance de la pyrale sur ces lignées dans les dix pays initiateurs. Cinq autres pays se sont joints par la suite et le projet a alors pris le nom de Groupe international de travail sur *Ostrinia* (G.I.T.O.) (Canada Agriculture, printemps 1980). Son objectif premier, qui consistait à étudier la bio-écologie de la pyrale, fut quelque peu délaissé et l'on passa quelques années plus tard à la sélection de variétés de maïs plus résistantes. Au début des années 1980, le G.I.T.O. a créé quatre variétés synthétiques, deux hâtives et deux tardives, à partir du patrimoine génétique le plus résistant obtenu des quinze pays coopérants. En plus de participer à ce projet international, les chercheurs de la Station de Saint-Jean ont élargi leur programme d'amélioration génétique pour la résistance à la pyrale, en y incluant deux autres maladies fongiques présentes au Québec, la fusariose (*Gibberella zeae*) et la kabatiellose (*Kabatiella zeae*), une maladie du feuillage.

Depuis 1969, on a étudié chaque année des centaines de sources génétiques de maïs provenant de tous les coins du monde (lignées autofécondées, hybrides, variétés synthétiques, populations de sélection) pour la résistance à la pyrale. Par le biais du Bureau des ressources phytogénétiques du Canada, à Ottawa (Ontario), et du *Plant Introduction Bureau* de l'Iowa (États-Unis), on a pu obtenir des lignées et du matériel génétique exotiques d'Amérique du Sud et d'Asie; par ailleurs, les chercheurs ont obtenu du matériel de la Chine, de l'URSS et d'autres pays socialistes par le biais des pays membres du G.T.I.O. On a également pu recevoir du matériel génétique grâce à la collaboration d'organismes privés. On a ainsi réussi à créer un certain nombre de variétés synthétiques en croisant le matériel sélectionné d'après sa précocité et sa résistance à la pyrale. Pour chaque variété synthétique, on a ensuite semé de dix à vingt lignées résistantes sélectionnées, ou plus, dans des endroits isolés. Les plants ont été pollinisés à la main au hasard pendant deux ans. La maturité de ces variétés synthétiques variait beaucoup, mais leur résistance était supérieure aux dommages causés aux feuilles par les jeunes larves de pyrales. Elles ont donc servi de matériel de départ pour un programme de sélection récurrente. Les méthodes employées pour créer des variétés synthétiques et procéder à la sélection récurrente à la Station de Saint-Jean ont été décrites dans un article précédent (Canada Agriculture, été 1978). On a pollinisé au hasard deux générations, sans infestation de pyrale ni sélection. Cette étape a été suivie de trois cycles de sélection récurrente comprenant chaque année un séjour à une pépinière d'hiver de Floride. Les plants de la pépinière d'été de Saint-Jean ont été infestés avec neuf masses d'œufs de pyrales par plant (environ 200 œufs) (Canada Agriculture, été 1977), puis soumis à trois cycles d'autofécondation afin d'établir des lignées autofécondées modérées. Au cours du processus d'autofécondation accompagné d'infestation par la pyrale, on a également inoculé les plants avec huit grains de sorgho enrobés d'inoculum de kabatiellose (*K. zeae*) alors que les plants se trouvaient au stade cornet; à l'aide d'un cure-dents, on a aussi introduit dans le deuxième entre-nœud de la plante un inoculum de fusariose (*G. zeae*) au moment de l'apparition des soies. On a par la suite évalué la résistance à la maladie des plants, en septembre pour la kabatiellose et à la récolte pour la lusariose.

Figure 2 Lignée autofécondée de maïs CSJ-2, en 1983, l'Acadie (Québec).

Figure 2. Maize inbred line CSJ-2 in 1983, L'Acadie (Quebec).

Figure 3 Lignée autofécondée de maïs CSJ-3, 1983, l'Acadie (Québec).

Figure 3. Maize inbred line CSJ-3 in 1983, L'Acadie (Quebec).

Figure 4. Maize breeding nursery plots in summer 1983, L'Acadie (Quebec).

Figure 4 Parcelles pour la sélection du maïs, été 1983, l'Acadie (Québec).

In September 1983, Dr. Hudon visited northern Italy to verify the performance of the 3 CSJ inbred lines and synthetic varieties. At two locations, the Istituto Sperimentale per la Cerealicoltura at Bergamo and the DeKalb-Italiana Centro Ricerche at Chiarano, both situated in the fertile Pô valley of northern Italy, high performance was observed, particularly with the CSJ-1. This inbred proved to be very early, resistant to heavy natural corn borer infestation, and characterized by good agronomic traits (big ear). It is 8 to 10 days earlier than most early Italian inbreds. Reports from the University of Minnesota, (IWGO cooperator 1983) indicated that the CSJ inbreds and the synthetic varieties A, B, C were resistant to leaf feeding, total plant damage at harvest, and amount of tunnelling within the stalks.

The 3 new CSJ inbreds are early resistant to first-brood corn borer and the stalk rot (*Gibberella*) organism and can be used as a good source of resistance in early maturity maize breeding programs. The 3 CSJ lines are maintained and multiplied at the St-Jean Research Station. Limited quantity of seed can also be obtained from the Plant Gene Resources of Canada, Ottawa.

Apart from the release of maize germplasm to breeders, the St-Jean program has yielded a number of scientific publications dealing with: 1) the inheritance of resistance to leaf feeding by the corn borer (Can. J. Pl. Sci. 53, 1973; Report Int. Proj. on *O. nubilalis* Phase II results, 1975), 2) the resistance of maize to stalk rot (*G. zeae*) (Phytoprotection 58, 1977), and eyespot disease (*K. zeae*)(Phytoprotection 56, 1975), 3) the yield losses caused by the corn borer (Phytoprotection 58, 1977), 4) the joint Sovietto-Canadian contribution to verify maize borer resistance in different environments USSR-Canada (Can. Ent. 109, 1977; Rev. Entom. URSS 58, 1979), 5) a catalogue of maize inbreds resistant to the borer (Phytoprotection 60, 1979).

Also, during the last 9 years, the St-Jean Station supplied, each year, millions of corn borer eggs to the Canadian seed corn companies for their programs of breeding maize resistant to the borer (Canada Agriculture, winter 1980).

The IWGO project has also provided entomologists and plant breeders of 15 countries with an opportunity to work together as scientists at an international level. Research results from each IWGO cooperating country were published as Phase I (1973), Phase II (1975), Phase III (1976) reports, and a newsletter was initiated in 1980 and has since been published twice a year. Up to the present time, IWGO has created and released 4 corn borer resistant synthetic varieties, which were available for the St-Jean program.

M. Hudon and M.S. Chiang are, respectively, entomologist and plant geneticist at the St-Jean Research Station; I. Ogilvie is plant breeder at l'Assomption Experimental Farm; D. Chez is plant pathologist at Agriculture Quebec, Sainte-Foy.

Après 15 années de recherches et d'amélioration génétique, 14 variétés synthétiques ont été créées ou sont en voie de l'être. Les trois premières variétés synthétiques, A, B et C, ont donné un certain nombre de lignées autofécondées hâtives résistantes présentant une bonne aptitude à la combinaison des caractères génétiques. Afin d'accroître la résistance à la pyrale, on envoie depuis 1978 des semences de quelques variétés synthétiques à la Station de recherches de Harrow (Ontario) pour les croiser avec du matériel génétique de variétés tardives mais résistant à la pyrale, obtenues du G.I.T.O. et d'ailleurs, en particulier de l'université Cornell (N.-Y.), à la fin du troisième cycle de sélection récurrente. Il est plus facile de procéder à la synchronisation de la pollinisation et du croisement des plants de maïs à floraison hâtive et tardive à la Station de Harrow, laquelle est située dans une région où l'on cultive des variétés de maïs tardives.

En 1983, les trois premières lignées autofécondées de maïs CSJ-1, CSJ-2 et CSJ-3 et les variétés synthétiques A, B, et C ont été distribuées et évaluées dans les 15 pays participant au G.T.I.O. sur trois continents. Un certain nombre d'organismes d'amélioration génétique du maïs, des universités et des stations de recherches gouvernementales ont également reçu les lignées autofécondées CSJ aux fins d'évaluation. La CSJ-1 et la CSJ-2 sont des lignées autofécondées à grain denté jaune et la CSJ-3 est une lignée à grain corné-denté jaune pâle. On les a créées à partir d'une variété composée de neuf lignées dont la sélection a commencé en 1972. Les lignées parentales étaient la T144, la T393 (Roumanie), la L359a, la PLS14 (Pologne), la ZPK107 (Yougoslavie), la F564 (France), la KY27TB (URSS) et la CO190 (Station de recherches d'Ottawa, Ontario). On a choisi ces lignées pour leur *précocité* et leur *résistance* aux dommages causés aux feuilles par les foreurs, observées à Saint-Jean. Après trois cycles de sélection récurrente et trois générations d'autofécondation, on a établi 60 lignées S_3 à partir de la variété synthétique A. On a procédé au croisement « top cross » à la Station de recherches d'Ottawa (Ontario) en utilisant un hybride simple (190-5-1 × 303-13-1) comme testeur commun. On a évalué le rendement du « top cross » au Collège Macdonald et à la ferme expérimentale de l'Assomption (Québec) de la Station de recherches de Saint-Jean. On a choisi les CSJ-1, CSJ-2 et CSJ-3 en raison de leur rendement élevé au cours des essais en « top cross ». La production de pollen est bonne et les soies apparaissent de 70 à 74 jours après le semis. Une durée maximale de 85 jours entre le semis et l'apparition des soies constitue un indice de maturité pour les lignées de maïs autofécondées de l'est du Canada (sud du Québec). La Station de Saint-Jean devrait mettre en disponibilité d'autres lignées de maïs prometteuses au cours des prochaines années.

En septembre 1983, M. Hudon s'est rendu dans le nord de l'Italie pour vérifier la performance des trois lignées autofécondées CSJ et des variétés synthétiques. On a observé des rendements élevés, en particulier pour la lignée CSJ-1, à deux endroits soit à l'Istituto Sperimentale per la Cerealicoltura à Bergamo et le DeKalb-Italiana Centro Ricerche à Chiarano, situés tous les deux dans la fertile vallée du Pô, au nord de l'Italie. Cette lignée autofécondée s'est montrée très hâtive, résistante à de graves infestations naturelles de la pyrale du maïs et elle possède des caractères agronomiques intéressants (gros épi). Cette variété est de 8 à 10 jours plus hâtives que la plupart des lignées autofécondées précoces italiennes. Par ailleurs, des rapports de l'université du Minnesota (États-Unis), et d'autres membres du G.I.T.O. depuis 1983, ont montré, par le petit nombre de galeries creusées dans les tiges, que les lignées autofécondées CSJ et les variétés synthétiques A, B et C résistent bien aux dommages causés aux feuilles et à la plante entière à la récolte.

Les trois nouvelles lignées autofécondées CSJ résistent à la première génération de pyrale et à la fusariose (*Gibberella*) et on peut les utiliser dans les programmes de sélection de maïs hâtif pour introduire cette résistance. On procède à la multiplication des trois lignées CSJ à la Station de recherches de Saint-Jean. On peut également obtenir des semences en quantité limitée du Bureau des ressources phytogénétiques du Canada, à Ottawa (Ontario).

Mise à part la distribution de matériel génétique aux sélectionneurs de maïs, les recherches effectuées à Saint-Jean ont donné lieu à la publication de nombreux ouvrages scientifiques traitant : 1° de la transmission de la résistance aux dommages foliaires causés par la pyrale du maïs (*Can. J. Pl. Sci.* 53, 1973; Rapport du Projet international sur *O. nubilalis*, résultats de la Phase II, 1975); 2° de la résistance du maïs à la fusariose (*G. zeae*) (*Phytoprotection* 58, 1977); et à la kabatiellose (*K. zeae*) (*Phytoprotection* 56, 1975); 3° des pertes de rendement causées par la pyrale du maïs (*Phytoprotection* 58, 1977); 4° du projet conjoint canado-soviétique visant à étudier la résistance du maïs à la pyrale dans différents environnements au Canada et en URSS (*Can. Ent.* 109, 1977; *Rev. Entom.* URSS 58, 1979); 5° ainsi que d'un répertoire de lignées de maïs autofécondées résistantes à la pyrale (*Phytoprotection* 60, 1979). Par ailleurs, au cours des neuf dernières années, la Station de Saint-Jean a fourni chaque année des millions d'œufs de pyrale du maïs à des sociétés canadiennes de production de semences pour leurs programmes d'amélioration génétique du maïs, en vue de sa résistance à la pyrale (Canada Agriculture, hiver 1980). Par ailleurs, le projet du G.I.T.O. a donné aux entomologistes et aux sélectionneurs de 15 pays l'occasion de travailler ensemble à l'échelle internationale. Les résultats de la recherche de chaque pays membre du G.I.T.O. ont été publiés sous forme de rapports, en trois phases, en 1973, 1975 et 1976. En outre, depuis 1980, chaque pays publie un bulletin de nouvelles semestriel. Jusqu'à maintenant, le G.I.T.O. a créé et distribué quatre variétés synthétiques résistant à la pyrale du maïs, lesquelles ont été incluses dans le programme de recherches de Saint-Jean.

MM. Hudon et Chiang sont respectivement entomologiste et phytogénéticien à la Station de recherches de Saint-Jean. I. Ogilvie est sélectionneur à la Ferme expérimentale de l'Assomption. D. Chez est phytopathologiste au ministère de l'Agriculture du Québec, à Sainte-Foy (Québec).

Integrated disease control in greenhouse crops

W.R. Jarvis

Since the proliferation of chemical pesticides in the 1950-1960 decade, some growers have tended to regard them as panaceas in the control of diseases of greenhouse crops. Environmental concerns in the last decade, the energy costs of soil sterilization, and the problems of resistance of organisms to pesticides, have directed research into what good growers do intuitively — management of crops to reduce the losses from diseases. This is called integrated disease management or, when insect control is included in the package, integrated pest management, or IPM. A better term would be integrated crop management, for that, indeed, is what it is.

Among all horticultural cropping systems, that of the greenhouse is unique in the degree of environmental control and crop manipulation that can be exercised. Temperature, humidity, light, irrigation, drainage, and fertilization can all be well controlled, nowadays often with computers, while the soil can be sterilized or replaced by soilless media or hydroponic systems, seed can be freed substantially of disease organisms, cuttings derived from disease-free stock, chemicals applied electrostatically in controlled and drift-free conditions, diseased plants pruned or removed completely, and produce harvested frequently and stored properly.

Why then, do diseases still limit greenhouse production? The answer lies in the widely-differing biologies of pathogens and the degree of compromise that must be exercised in environmental control and crop management, so that the control of one disease does not invite another. Cucumbers flourish in relatively high humidities, but so do the pathogens *Botrytis cinerea* (grey mould) and *Didymella bryoniae* (gummy stem blight), while both the biological control fungus for aphids and whitefly, *Verticillium lecanii*, and the powdery mildew hyperparasitic fungus *Ampelomyces quisqualis* require free water in which to establish infection, and high humidities to maintain their epidemics. On the other hand, powdery mildews flourish in dry environments. We know quite a lot about the cultural control of many diseases. Where do we set the compromise? This is a function of present research.

The grey mould diseases of almost every greenhouse crop, whether ornamental or vegetable, are essentially diseases of poor management. The causal fungus, *Botrytis cinerea* requires a water film to persist for about 5 to 8 hours, depending on the temperature, in which its spores germinate and infect the host. A very simple control, therefore, is not to allow water films to persist. The fungus is a more dangerous pathogen when established as a saprophyte in dying and dead plant tissue in contact with living host tissue, as, for example, when broken leaves remain hanging from the stem; the dependence on free water is lessened and the fungus has a far greater potential to invade. Again, the solution is simple; remove dying and dead tissue from the plant. Because this material is also a site of prolific sporulation, it must be removed far from the greenhouse, not just thrown on the ground inside the greenhouse. The spores are airborne and will be readily blown back into the house

Lutte intégrée contre les maladies en serriculture maraîchère

W.R. Jarvis

Avec la prolifération des antiparasitaires chimiques, dans les années cinquante, certains agriculteurs en sont venus à les considérer comme la panacée pour toutes les maladies des cultures de serre. Les préoccupations d'ordre écologique qui ont surgi au cours de la dernière décennie, les coûts d'énergie soulevés par la stérilisation des sols et la résistance aux pesticides acquise par les ravageurs, tout cela a orienté la recherche vers ce que tout bon agriculteur fait intuitivement : une gestion des cultures visant à réduire les pertes dues aux maladies. C'est ce qu'on appelle la lutte intégrée contre les maladies ou, quand les insectes sont également visés, la lutte intégrée contre les ravageurs. On pourrait parler aussi de conduite intégrée des cultures car c'est, réellement, ce dont il s'agit.

Parmi tous les modes d'horticulture, celui de la serriculture est unique par l'ampleur du contrôle qu'il permet d'exercer sur le milieu et les manipulations praticables sur les cultures. Température, humidité, éclairement, irrigation, drainage et fertilisation, tous ces facteurs peuvent être bien contrôlés, et souvent de nos jours à l'aide d'ordinateurs. Tandis que le sol peut être stérilisé ou remplacé par des milieux sans sol ou des systèmes hydroponiques, les semences seront pratiquement débarrassées des organismes pathogènes, les boutures, prélevées de matériel souche indemne de maladies, les produits chimiques, appliqués électrostatiquement dans des conditions contrôlées sans qu'il y ait entraînement par le vent, les plantes malades, taillées ou enlevées complètement et la récolte, recueillie fréquemment et bien stockée.

Pourquoi alors les maladies continuent-elles de limiter la production sericole? La réponse tient à l'extrême diversité des caractères biologiques des pathogènes et aux compromis qu'il faut faire dans le contrôle de l'environnement et la conduite des cultures, afin de ne pas favoriser l'implantation d'une maladie en luttant contre une autre.

Figure 1 Plantes flétries dans une serre

Figure 1. Wilt in a greenhouse.

from trash piles outside, and also from weeds around the house. Crop hygiene, as well as hygiene around the greenhouse, is thus of profound importance, and readily practicable.

Relative humidity and plant wetness is perhaps the single most important environmental factor that can be controlled for disease escape. Overhead irrigation is best avoided; ventilation and air movement around the plants is accomplished by automatic ventilators and plastic air ducts. Growers must avoid overcrowding plants; humid air should be purged with heat and forced ventilation just before the ventilators have to be closed on cold nights; fluctuations between day and night temperatures should be reduced so that dew is not deposited on the plants; watering should not be done in late afternoon so that water is not guttated from the ends of leaf veins (a dangerous site for infections of cucumber by *Didymella bryoniae*) in a humid atmosphere; and the soil should be covered with plastic to cut down evaporation. Problems of humidity control are more acute in plastic-covered greenhouses and in greenhouses poorly-sited, for example with east-west orientation, or overshadowed by trees or buildings, or in depressions. Unfortunately, attempts to reduce energy consumption by covering glasshouses with plastic, or by thermal blankets, or by reducing temperatures, are counterbalanced by increases in these types of diseases.

Many virus diseases are transmitted by insects such as aphids and whiteflies, and virus disease control depends, therefore, on efficient insect control, as well as on the use of virus-free seed or cuttings. Some of the viruses, for example tomato mosaic virus, are extremely contagious, readily transmitted from plant to plant on fingers, tools and clothing. Again, sound hygiene is called for, combined with removal of infector plants if they are not too numerous. Because weeds are also sources of viruses, cleanliness around the greenhouse is again an important factor.

This roguing is also an important factor in the control of bacterial wilt of tomato. Ideally, a plastic bag is put over the whole infected plant, so that when it is removed, it does not touch any other plant. Neighboring plants are also removed, and the affected area of the greenhouse is always worked last in the day's operations. As with the contagious virus diseases, hands and tools should be washed often, and clothing laundered every day.

Other diseases, such as the powdery mildews or the soilborne root diseases, have a rather different biology than those already mentioned, but disease escape mechanisms can be devised in almost every case. For example, the Fusarium crown rot of tomato can be controlled by using a resistant cultivar, a primary consideration in all integrated disease control. It can also be controlled by interpolating a fall crop of lettuce between two tomato crops and incorporating the lettuce residues into the soil. This procedure eliminates at least one expensive soil sterilization; it costs relatively little; it reduces the reliance on imports, and may even be profitable.

So far, I have barely mentioned pesticides. While it becomes more and more difficult to comply with pesticide regulations, and more and more expensive to use them, they still have an important part to play in any integrated disease control programme. Other manipulations of the crop, however, can cut down their frequency of application. Pesticides should not be considered as panaceas when all else fails; they are a component of integrated crop management.

Scientific plant pathology, like its parent discipline, botany, is the rationalization of good husbandry, and many of the disease-escape measures outlined here are no more than those that good growers habitually practice. Most of them add very little to the cost of production.

Figure 2. Botrytis on a tomato plant.

Figure 2 Moisissure grise sur un plant de tomate

Figure 3. Powdery mildew on cucumbers.

Figure 3 Concombres atteints du blanc

Dr. Jarvis is head of the Plant Pathology Section at the Agriculture Canada Research Station in Harrow, near the important greenhouse area centered on Leamington in southwestern Ontario.

Ainsi le concombre aime un milieu relativement humide, mais il en va de même de la moisissure grise (*Botrytis cinerea*) et de la pourriture noire (*Didymella bryoniae*). D'autre part, le champignon inférieur qui s'attaque aux pucerons et à l'aleurode des serres, *Verticillium lecanii*, et le champignon hyperparasite du blanc, *Ampelomyces quisqualis*, ont besoin d'eau libre pour établir un foyer d'infection et une humidité élevée pour se propager. Par contre, le blanc prospère en milieu sec. Nous en savons beaucoup sur la lutte de nombreuses maladies par procédés culturaux. Où faut-il établir le compromis? C'est la réponse à cette question que les recherches actuelles s'efforcent de trouver.

La moisissure grise, maladie qui s'attaque à presque toutes les plantes de serre, qu'elles soient ornementales ou maraîchères, est essentiellement imputable à une mauvaise conduite de la culture. Le champignon causal, *Botrytis cinerea*, a besoin d'une pellicule d'eau pour survivre environ de cinq à huit heures, selon la température, temps durant lequel ses spores germent et infectent l'hôte. Par conséquent, un moyen très simple d'y faire échec est d'éliminer ces pellicules d'eau. Le champignon est plus virulent lorsqu'il s'installe en saprophyte dans le tissu végétal, mort ou en décomposition, en contact avec les tissus vivants de l'hôte, comme, par exemple des feuilles brisées qui demeurent pendues à la tige : le pathogène est moins dépendant de l'eau libre et son pouvoir d'invasion, beaucoup plus grand. Là encore, la solution est simple : débarrasser la plante du tissu mort ou en décomposition et, parce que cette matière végétale constitue aussi un foyer de sporulation active, la jeter loin de la serre et non sur le sol à l'intérieur. Les spores étant portées par le vent, elles seront ramenées facilement dans la serre après avoir séjourné sur les tas de déchets à l'extérieur ou sur les mauvaises herbes qui poussent aux alentours. L'hygiène des cultures de même que la propreté autour de la serre sont donc d'une importance capitale et faciles à mettre en pratique.

L'humidité relative de l'air et l'eau sur les plantes sont peut-être le facteur environnemental le plus important à contrôler pour faire échec aux maladies. Pour ce faire, il est préférable d'éviter l'irrigation par aspersion. L'aération et le mouvement de l'air autour des plantes se font par ventilateurs automatiques et conduites d'air en plastique. Éviter de trop serrer les plants. L'air chargé d'humidité doit être déshumidifié par l'action de la chaleur et une ventilation forcée juste avant l'arrêt des ventilateurs, nécessaire par nuits froides. Réduire les fluctuations entre les températures diurnes et nocturnes afin d'empêcher le dépôt de rosée sur les végétaux. Ne pas arroser en fin d'après-midi et ce, pour éviter l'égouttement d'eau du bout des nervures (foyer d'infection du concombre, privilégié par *Didymella bryoniae*) dans une atmosphère humide. Couvrir le sol de plastique pour réduire l'évaporation. Le contrôle de l'humidité est plus difficile dans les serres couvertes de plastique ou dont la situation est mauvaise, par exemple, celles qui sont construites dans des dépressions ou orientées dans le sens est-ouest, ou encore ombragées par des arbres ou des bâtiments. Malheureusement, les efforts pour réduire la consommation d'énergie en couvrant les serres de plastique ou d'un écran thermique, ou encore en baissant la température, sont contrebalancés par une augmentation de la fréquence des maladies cryptogamiques.

De nombreuses viroses sont transmises par des insectes comme les pucerons et les aleurodes des serres. La lutte contre ces maladies dépend donc de l'élimination de ces vecteurs de même que de l'utilisation de semences ou de boutures indemnes de virus. Certains de ces virus, par exemple la mosaïque de la tomate, sont extrêmement contagieux et se transmettent facilement d'une plante à l'autre par les doigts, les outils et les vêtements. Là encore, une bonne hygiène s'impose, combinée à l'enlèvement des plantes infectieuses, si elles ne sont pas trop nombreuses. Parce que les mauvaises herbes sont aussi des sources d'infection virale, la propreté autour de la serre joue encore ici un rôle important.

L'élimination des plantes malades est aussi un facteur important dans la lutte contre la flétrissure bactérienne de la tomate. Idéalement, on placera un sac de plastique sur toute la plante infectée de sorte qu'en l'enlevant, elle ne touchera à aucune autre plante. On enlèvera aussi les plantes voisines et l'on verra toujours à travailler la partie infectée de la serre à la toute fin des opérations journalières. Comme pour les viroses contagieuses, se laver les mains et nettoyer les outils souvent et mettre ses vêtements au lavage chaque jour.

D'autres maladies, comme le blanc ou les maladies des racines transmises par le sol, ont un cycle biologique assez différent de celles qu'on a déjà mentionnées, mais il est possible dans presque tous les cas de mettre au point des moyens de les combattre. Par exemple, la pourriture fusarienne peut être combattue en utilisant un cultivar résistant, première arme à considérer dans toutes les stratégies de lutte dirigées contre les maladies. On peut aussi la combattre en pratiquant, entre deux cultures de tomate, une culture automnale de laitue et en incorporant les résidus de cette culture dans le sol. Ce procédé élimine au moins une stérilisation onéreuse du sol : il coûte relativement peu, réduit la dépendance à l'égard des importations et peut même être lucratif.

Jusqu'à présent, j'ai à peine mentionné les antiparasitaires. Bien qu'il devienne de plus en plus difficile de satisfaire aux règlements sur les antiparasitaires et que ceux-ci soient de plus en plus chers d'utilisation, ces produits continuent d'avoir un rôle important à jouer dans tout programme de lutte intégrée contre les maladies. Cependant, on peut réduire leur fréquence d'application en procédant à d'autres manipulations de la culture. Les antiparasitaires ne doivent pas être considérés comme une panacée quand tout le reste échoue, mais sont plutôt un élément parmi d'autres dans la conduite des cultures.

La phytopathologie, comme sa cousine la botanique, est la rationalisation de la conduite des cultures, et plusieurs des mesures de lutte contre les maladies, que je viens de décrire, ne diffèrent en rien des mesures habituellement mises en pratique par les bons producteurs. La plupart de ces mesures ajoutent très peu aux coûts de production.

M. Jarvis est chef de la section de la phytopathologie à la Station de recherches d'Agriculture Canada à Harrow.

Monoclonal antibodies in plant virus diagnosis and research

J.H. Tremaine

The spraying of fungicides on crop plants may protect them from infection or minimize damage from many fungal diseases, but no such direct method is available for the control of virus diseases. Generally, virus diseases are controlled by evasive measures designed to reduce sources of virus infection. These evasive measures usually involve the removal of virus infected crop plants or weeds from a field, or adjacent fields, the use of virus-free seeds or propagation material, or attempts to limit the spread of the virus by insects or other vectors. Diagnosis of virus diseases in the field by visual inspection is often very difficult. Symptoms of some virus diseases such as stunting, uneven growth, yellowing, wilting or necrosis may also be caused by a variety of other infectious agents, by feeding of certain insects, by excess, deficiency or imbalance of macro or micro nutrients or by toxicity from herbicides or other chemicals. Certain other virus diseases have more distinctive symptoms but even these can be mimicked by other agents or conditions or the symptoms can be highly variable among cultivars of some crops. The detection of virus infected seeds can be even more difficult because they usually appear identical to healthy seeds.

Workers at the Vancouver Research Station are overcoming these problems by using serological methods to detect and identify plant viruses in crop plants, seeds, and propagative material. A plant virus is purified from infected plants and injected into a laboratory animal. In the animal the plant virus induces the multiplication of many lymphocyte cell lines and each of these produces a different kind of antibody. These antibodies possess the ability to unite with that plant virus and no other. However, any plant protein material injected in the animal will also cause the production of antibodies which unite with these components of healthy plants. There are many older methods to detect the union or reaction of an antibody and a plant virus. Recently, convenient methods have been developed for the large-scale testing for very small quantities of virus in a crude extract of a leaf or other part of an infected plant or of a portion of a seed lot (Figure 1.). These highly sensitive methods require antisera that contain only virus-reactive antibodies. Even small levels of antibodies that react with normal plant material can make these tests very difficult to interpret.

To solve this problem workers at the Vancouver Research Station are using biotechnology to produce hybridomas that secrete monoclonal antibodies. Virus preparations are injected into mice to stimulate multiplication of lymphocytes that produce virus-reactive antibodies. Lymphocytes cannot be grown in a test tube, but myeloma cells, which are cancerous in nature, multiply rapidly in tissue culture fluid. An individual lymphocyte from an injected mouse can be fused with an individual myeloma cell and the resulting hybridoma can be isolated, grown (Figure 2), and the culture fluid can be tested for an antibody that reacts only with the virus. It is possible to select a hybridoma producing a virus reactive-antibody even when the animal has been injected with a mixture of virus and plant protein because each lymphocyte produces only one kind of antibody. The difficult task of producing an antiserum free from normal plant-reactive antibody is therefore solved and the hybridoma can be maintained almost indefinitely.

A monoclonal antibody reacts with a very small portion of the surface of a virus and this could be changed by a mutation of a virus. If a mutation of the virus produced a change in this portion of the surface, the monoclonal antibody would not react with the virus mutant. Hence a mixture of four or more distinct monoclonal antibodies are used in the routine assay of plants. This tremendous ability to detect specific virus mutants may be of great value in epidemiological studies. For example, by using monoclonal antibodies to detect specific sources of a virus, one could determine whether a virus is spread into a specific crop from other fields of that crop, from another crop, or from nearby weed plants. This information may provide the scientist with a valuable clue to use in control of the disease.

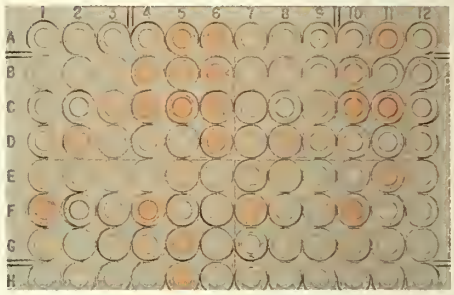


Figure 1. Serological testing for virus infection by enzyme labelled immunosorbent assay (ELISA). An extract from each of 96 plants was placed in a well for the test. The intensity of the yellow color indicates the amount of virus present in each extract.

Figure 1 Dépistage sérologique d'une infection virale à l'aide de l'épreuve immunoenzymatique ELISA. Pour la réalisation de l'épreuve, un extrait de chacune des 96 plantes est placé dans une petite dépression. L'intensité de la coloration jaune indique la quantité de virus présent dans chaque extrait.

Dr. Tremaine is a research scientist at Agriculture Canada Research Station, Vancouver, B.C.

Diagnostic des viroses végétales par anticorps monoclonaux

J.H. Tremaine

La pulvérisation de fongicides sur les cultures peuvent les protéger des infections ou réduire les dégâts occasionnés par de nombreuses maladies cryptogamiques, mais aucune méthode aussi directe n'existe pour lutter contre les viroses. En général, les viroses sont combattues par des moyens indirects, destinés à réduire les sources d'infection virale. Ces moyens comprennent habituellement l'enlèvement des plantes cultivées ou des adventices contaminées par le virus dans un champ ou dans les champs voisins, l'utilisation de semence ou de matériel de multiplication indemnes de virus ou tout moyen visant à limiter la propagation du virus par les insectes ou autres vecteurs. Le diagnostic d'une virose dans le champ par l'inspection visuelle est souvent très difficile. Les symptômes de certaines viroses comme le rabougrissement, une croissance inégale, le jaunissement, le flétrissement ou la nécrose peuvent aussi être causés par toute une variété d'autres agents infectieux, par l'action néfaste de certains insectes, par un excès ou une carence en éléments majeurs ou en oligo-éléments, ou un déséquilibre entre eux, ou par une intoxication due à certains herbicides ou autres produits chimiques. Dans certains cas, les viroses peuvent présenter des signes distinctifs, mais, là encore, d'autres agents ou conditions du milieu peuvent avoir des effets similaires. Parfois encore, les symptômes varieront énormément entre les cultivars d'une même culture. La mise en évidence de semences infectées par les virus peut être encore plus difficile, car celles-ci ne diffèrent guère, habituellement, des semences saines.

Des scientifiques à la Station de recherches de Vancouver sont en train de surmonter ces difficultés en utilisant des méthodes sérologiques pour dépister et identifier les phytovirus (ou virus végétaux) dans les plantes de grandes cultures, les graines et le matériel de multiplication. Un phytovirus est prélevé de plantes infectées, purifié et injecté dans un animal de laboratoire. Dans l'animal, le virus provoque la multiplication de nombreuses lignées de lymphocytes et chacune d'elles produit un type différent d'anticorps. Ces anticorps ont la capacité de s'unir à ce phytovirus à l'exclusion de tout autre. Cependant, toute matière protéique végétale injectée dans l'animal provoquera aussi la production d'anticorps qui s'uniront à cette composante de la plante saine. Il existe plusieurs autres méthodes plus anciennes de dépister l'union ou la réaction d'un anticorps à un phytovirus. Récemment, on a mis au point des méthodes pratiques pour faire le dépistage à grande échelle d'une quantité minime de virus dans un extrait brut de feuille ou autre partie d'une plante infectée ou dans une fraction de lot de semences (Figure 1). Ces méthodes extrêmement sensibles nécessitent un antisérum qui ne contient que des anticorps réagissant au virus. Même une quantité insignifiante d'anticorps qui réagirait à la matière normale de la plante pourrait rendre l'interprétation de ces épreuves très difficile.

Pour résoudre ce problème, les scientifiques de la Station de recherches de Vancouver font appel à la biotechnologie pour produire des hybridomes qui sécrètent des anticorps monoclonaux. Des préparations de virus sont injectées dans des souris pour stimuler la multiplication de lymphocytes qui produisent des anticorps réagissant au virus. Ces lymphocytes ne peuvent être cultivés dans une éprouvette, mais les cellules du myélome, qui sont de nature cancéreuse, se multiplient rapidement dans le liquide de la culture tissulaire. Un lymphocyte précis extrait d'une souris injectée peut être uni à une cellule du myélome, et l'hybridome qui en résulte être isolé et cultivé (Figure 2). On vérifiera ensuite la présence, dans le liquide de culture, d'un anticorps ne réagissant qu'au virus. Il est possible de choisir un hybridome produisant un anticorps réagissant au virus même quand l'animal a été injecté avec un mélange de virus et de protéines végétales, car chaque lymphocyte ne donne qu'un seul type d'anticorps. La tâche difficile de produire un antisérum indemne d'anticorps réagissant à la matière normale de la plante est par conséquent résolue, et l'hybridome peut être maintenu presque indéfiniment.

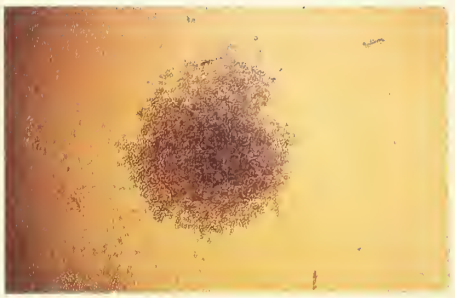


Figure 2 Colonie (clone) de cellules d'un hybridome, issue d'une cellule unique, observée dans le liquide d'une culture de tissu à l'aide d'un microscope. L'hybridome est le résultat de la fusion d'un lymphocyte et d'une cellule de myélome.
Grossissement: 12 fois.

Figure 2. A colony (clone) of hybridoma cells grown from a single hybridoma cell seen in tissue culture fluid by a microscope. The hybridoma was produced by fusion of a lymphocyte and myeloma cell.
Magnified 12 times.

Un anticorps monoclonal réagit même à une très petite partie de la surface du virus, mais ce comportement peut être modifié par la mutation du virus. Si la mutation du virus entraîne un changement dans cette portion de surface, l'anticorps monoclonal ne réagira pas au virus mutant. C'est pourquoi on utilise un mélange de quatre anticorps monoclonaux distincts ou plus dans les prélèvements végétaux courants. Cette aptitude formidable à dépister certains virus mutants peut être d'une grande valeur dans les études épidémiologiques. Par exemple, en utilisant les anticorps monoclonaux pour dépister la source précise d'un virus, on pourrait déterminer si celui-ci est communiqué à une culture à partir d'autres champs de cette même culture, d'une autre culture ou de mauvaises herbes avoisinantes. Cette information peut donner aux chercheurs un indice précieux pour lutter contre la maladie.

T.H. Tremaine est un scientifique qui travaille à la Station de recherches d'Agriculture Canada à Vancouver.

Soil improvement in the Abitibi region

M.R. Laverdière

Quebec farmers in recent years are trying to achieve greater self-sufficiency in feed grains. Because of the limited amount of farmland suited to the growing of field crops (Classes 1 to 3, ARDA), vast areas that until recently were in permanent grassland or pasture or that were considered marginal (Classes 4 and 5, ARDA) and left uncultivated are now being turned over to more profitable production. Researchers in the Soil Section at the Sainte-Foy Station of Agriculture Canada are taking part in these soil improvement efforts.

In the Abitibi-Témiscamingue region, in particular, more than 220 000 ha of land have been cleared, and about 55% of this area is currently under cultivation. In 1982, 11 600 ha were in grain, an increase of 2000 ha from the previous year. In most cases, however, grains are grown as nurse crops to establish forages like timothy and red clover and are part of a 3-5 year rotation. If grains were seeded alone for several consecutive years, total grain production would increase. Climatic conditions in the region compare favorably with those in other grain-growing areas of the country.

However, drainage and compaction are problems in these clay soils. Subsurface drainage work in the Témiscamingue in 1977 has already helped to improve yields and incease grain acreage. Other options should be studied, however.

Tests under way at the Sainte-Foy Research Station involve the addition of manure or peat moss to mixtures of the A, B, and C horizons to simulate ploughing at various depths. Several factors, such as density and organic matter content, were studied after three successive crops of oats were harvested.

The study focused on six heavy-textured soils. The brown-red calcareous soils at a depth of less than 60 cm (14% to 18% carbonates in the C horizon) exhibited a fairly well developed structure under natural field conditions. The gray soils had a neutral reaction at an equivalent depth but a more massive structure. In all the soils, the plough layers had a pH of between 5.2 and 6.0 and an organic matter content of about 4.5%. The ploughed A horizons had a soil bulk density of about 1.40 g/cc. The B and C horizons of the gray soils had a soil bulk density of 1.65 g/cc. An analysis of the clay fraction showed vermiculite, chlorite and illite to be dominant in the horizons of all soils. The quantities of quartz, feldspar and amphibole were found to be higher in the gray soils than in the brown-red soils.

The growth chamber tests were carried out using the A, B and C horizons of two brown-red profiles and four gray profiles. For each of the profiles, we used the A, B and C horizons pure and the mixtures A_2B_1, A_1B_2 and ABC, where the values 2 and 1 represent the respective proportions of each of the horizons in the mixtures. Since the soil profiles are not very developed, the C horizon is generally at a depth of less than 60 cm and mixtures such as those mentioned may be easily obtained in the field. Deep ploughing has already been done in the region in order to incorporate layers of surface organic material or to bring carbonate-rich material back to the surface. In this study, we added 10 t/ha of carbon in the form of manure (33 t/ha) or peat moss (36 t/ha) before the first seeding, and yields were compared with those from soils with no additions. All pots were completely fertilized before each of the three seedings of oats.

Typical landscape of an Abitibi farm.
Paysage typique d'une ferme de l'Abitibi

The graph shows the yields obtained from the first and third crops on a brown-red soil and a gray soil. The addition of 10 t/ha of carbon in the form of manure or peat moss did not increase yields significantly in the case of the first crop. Curve 1 in the graph represents an average of the yields obtained for treated and untreated samples in the case of the first crop. It was noted, however, that the yields from soils with added manure were slightly superior to the yields from soils with added peat moss. Although the additions were made about 4 months before the first crop, the rate of application was perhaps insufficient to produce changes in the soil's physical and chemical properties. Increased yield were expected in the treated pots.

Yields decreased in inverse proportion to the quantity of A horizon soil in mixtures, regardless of the type of treatment. Though containing the same percentage of A horizon soil as the A_1B_2 mixture, the ABC mixture generally produced higher yields, probably as a result of its increased pH. It is conceivable, therefore, that ploughing to a depth of 60 cm would be advantageous, provided that the layers turned over are mixed well afterwards.

Yields declined significantly after the first crop when the statistical study considered all soils, mixtures and addition levels. However, in the specific case of mixtures prepared from brown-red soils with added manure, second-crop yields in 60% of the pots increased by 10% to 15%. The graph (Curve 1, as compared with Curves 2, 3 and 4) also shows that yields declined less sharply on the brown-red soils than on the gray soils. This reflects the condition of the soil in the pots after the three crops.

MISE À JOUR

L'amendement des terres argileuses de l'Abitibi peut-il favoriser la culture céréalière?

Marc R. Laverdière

Les agriculteurs des diverses régions du Québec ont dû réorienter leurs productions au cours des récentes années, afin de se suffire quant à l'approvisionnement en céréales pour l'alimentation de leur bétail. Le territoire agricole sans limitations importantes pour la grande culture (Classes 1 à 3, ARDA) étant réduit, a fait que de vastes superficies consacrées jusqu'à récemment aux pâturages ou prairies permanentes (Photo 1), ou encore simplement considérées comme marginales (Classes 4 et 5, ARDA) et laissées en friche, sont maintenant en voie d'être réaffectées à des productions plus rentables. Des chercheurs de la Station d'Agriculture Canada à Sainte-Foy (section des sols) participent à l'effort fait en vue d'améliorer ces terres.

Dans la région de l'Abitibi-Témiscamingue, plus de 220 000 ha de terre ont été défrichés et 55 % environ de cette superficie est actuellement en culture. En 1982, 11 600 ha étaient consacrés à la culture des céréales, soit une hausse de près de 2000 ha par rapport à l'année précédente. Dans la majorité des cas cependant, les céréales servent de plante-abri dans l'implantation des plantes fourragères (mil-trèfle rouge) et font partie d'une rotation de 3 à 5 ans. Pourtant la culture des céréales en semis simple, pendant plusieurs années consécutives, pourrait accroître le volume total de grain produit dans cette région où les conditions climatiques sont favorablement comparables à celles d'autres régions céréalières du pays.

Par contre, les sols argileux de cette région, posent des problèmes importants de drainage et de compaction reliés à leur structure. L'instauration d'un système de drainage souterrain dans le Témiscamingue en 1977 a déjà contribué à accroître les rendements et la superficie des terres consacrées à la culture des céréales. D'autres types de solution valent cependant la peine d'être étudiées. Les essais, en cours à la Station de Sainte-Foy, comportent l'incorporation de fumier ou de mousse de tourbe à des mélanges d'horizons A, B et C simulant ainsi des labours à diverses profondeurs. Plusieurs paramètres, tels la densité et le contenu en matière organique des échantillons, ont été étudiés après l'obtention de trois récoltes d'avoine successives.

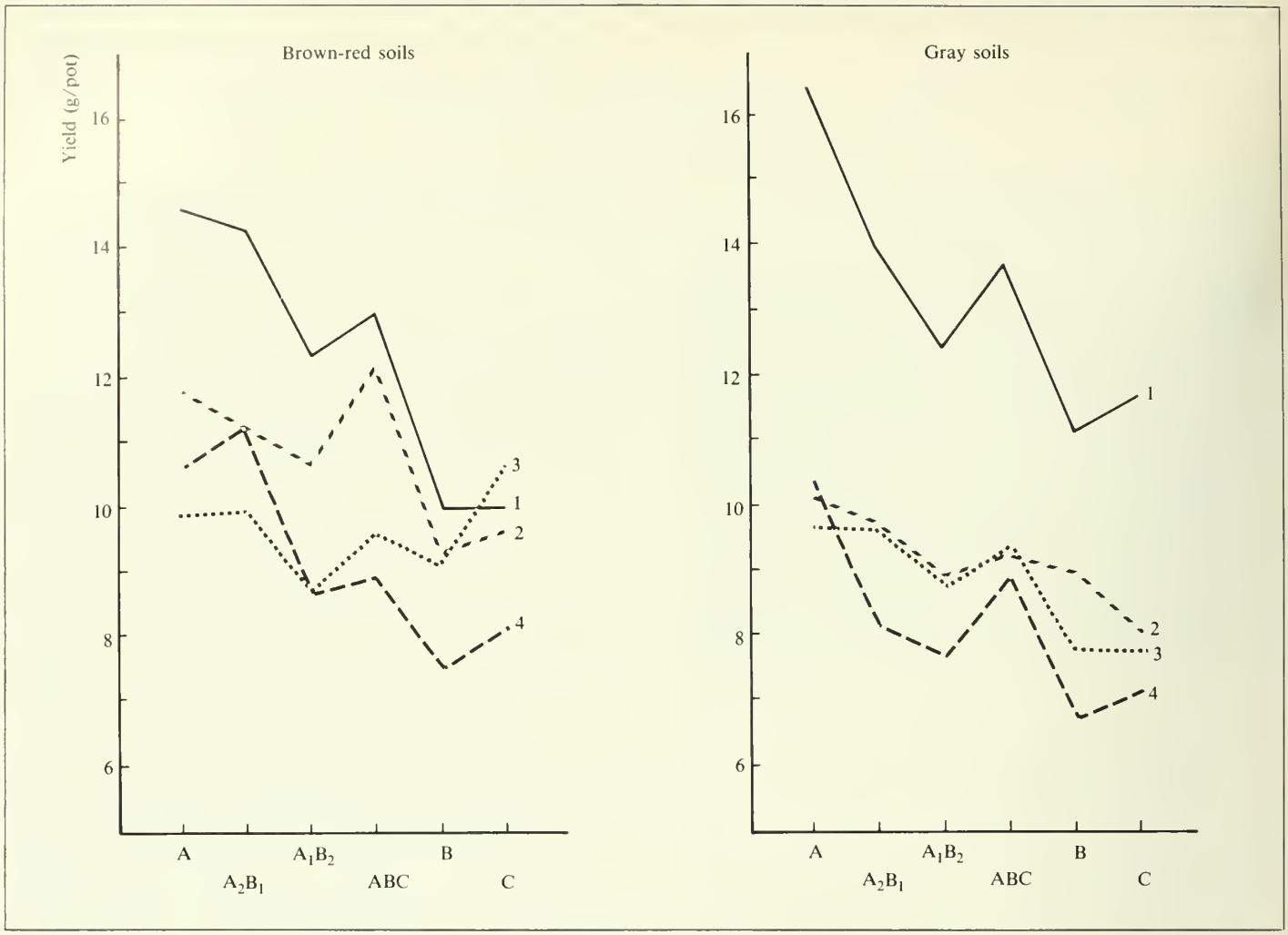
L'étude porte sur six sols à texture lourde. Les sols brun-rouge calcaires (14 à 18 % de carbonates dans l'horizon C) présentent à moins de 60 cm une structure polyédrique assez bien développée dans les conditions naturelles au champ. À une profondeur équivalente, les sols gris ont une structure plus massive et une réaction neutre. Dans tous les sols, les couches de labour ont un pH variant entre 5,2 et 6,0 et des teneurs en matière organique de l'ordre de 4,5 %. Les valeurs de densité apparente sont de l'ordre de 1,40 g/cc pour les horizons Ap comparativement à 1,65 g/cc pour les horizons B et C des sols gris. L'analyse minéralogique de la fraction argileuse montre la dominance de vermiculite, de chlorite et d'illite dans tous les horizons des deux catégories de sols et des quantités de quartz, de feldspath et d'amphibole plus élevées dans les sols gris que dans les sols brun-rouge.

Les essais en chambre de croissance ont été effectués avec des horizons A, B et C de deux profils brun-rouge et de quatre profils gris. Pour chacun des profils, on a utilisé les horizons Ap, B et C, soit purs, soit en mélanges désignés A_2B_1, A_1B_2 et ABC, où les valeurs 2 et 1 représentent les proportions respectives de chacun des horizons dans les mélanges. Les profils de sol étant peu développés, l'horizon C se retrouve généralement à une profondeur inférieure à 60 cm et les mélanges mentionnés peuvent facilement être obtenus au champ. Des labours profonds ont déjà été pratiqués dans cette région dans le but de faire pénétrer les couches de matériel organique de surface ou encore pour faire remonter à la surface le matériel riche en carbonate. Dans la présente étude, on a procédé à des additions de 10 t de carbone à l'hectare avant le premier semis, soit sous forme de fumier (33 t/ha), soit sous forme de mousse de tourbe (36 t/ha), et on a comparé les rendements à ceux qu'on a obtenus sur les sols non amendés. Une fertilisation complète a été effectuée dans tous les pots avant chacun des trois semis d'avoine.

Les rendements obtenus lors de la première et de la troisième récolte pour un sol brun-rouge et pour un sol gris sont présentés à la Figure 1. L'addition de fumier ou de mousse de tourbe, de façon à obtenir 10 t de carbone à l'hectare, n'a pas contribué à accroître les rendements en avoine de façon significative lors de la première récolte. La courbe 1 du graphique représente donc une moyenne des rendements obtenus, pour les échantillons traités ou non, lors de cette récolte. On a cependant noté que les rendements pour les sols amendés avec le fumier étaient légèrement supérieurs à ceux obtenus pour les sols amendés avec la mousse de tourbe. La dose d'amendement, bien qu'elle ait été appliquée environ quatre mois avant la première récolte, n'était peut-être pas suffisante pour produire des changements au niveau des propriétés physiques et chimiques du sol, lesquels auraient pu se traduire par un accroissement du rendement dans les pots traités.

Une diminution des rendements a été notée en rapport avec la quantité d'horizon A contenu dans les mélanges et ceci quel qu'ait été le traitement. Par contre, le mélange ABC, bien que contenant la même proportion d'horizon A que le mélange A_1B_2 a donné des rendements généralement meilleurs que ce dernier, probablement suite à l'accroissement du pH dans le mélange contenant les trois horizons. On peut donc penser qu'un labour à 60 cm de profondeur pourrait présenter des avantages à la condition de procéder à un bon mélange des couches bouleversées.

Une diminution significative des rendements (au niveau de 1 %) a été observée entre la première et la deuxième et entre la deuxième et la troisième récolte que l'étude statistique porte sur n'importe lequel des sols, des mélanges ou des niveaux d'amendement. Cependant, dans le cas particulier des mélanges constitués à partir des sols brun-rouge amendés avec du



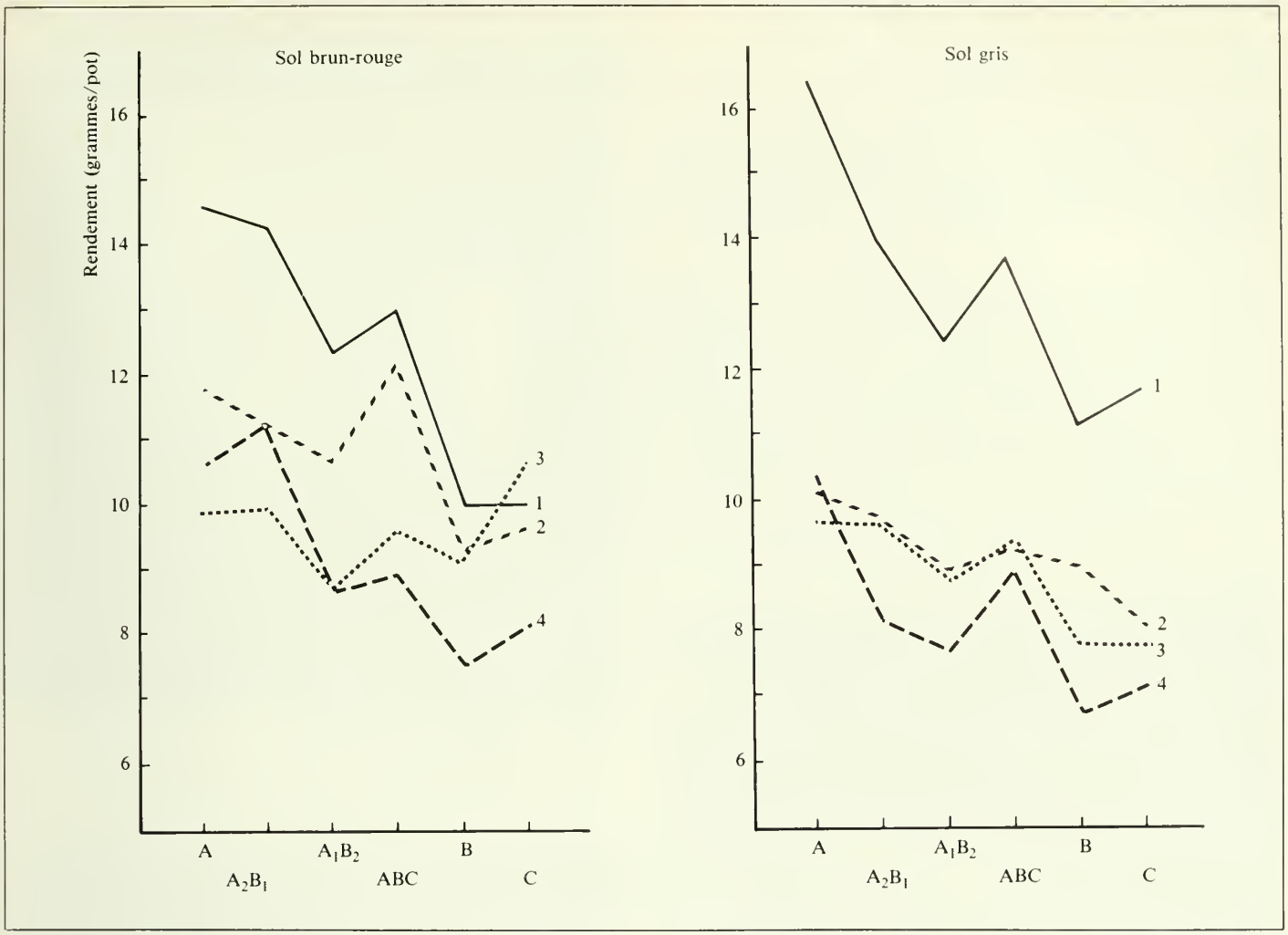
Oat yields obtained from mixtures of both brown-red and gray soils:
1: first-crop average for treated and untreated soils,
2: third-crop average for soils with added manure,
3: third-crop average for soils with added peat,
4: third-crop average for unimproved soils.

Certain soil properties were re-evaluated after the third crop and the new values compared with the original values in order to explain the results. In this connection, a few interesting observations may be made.

(1) The pH in all samples declined, regardless of the type of treatment. Declines were sharpest in the samples with added peat.
(2) Organic matter increased by 0.4% in the unimproved samples and by 0.7% in the improved samples, after the incorporation and decomposition of root and stem residues.
(3) Assimilable phosphorus increased in all samples and the cation exchange capacity increased in the gray-soil samples.
(4) Exchangeable potassium (K) fell by nearly 50%, despite the addition of substantial quantities of the element. The element's unavailability may be explained by an irreversible fixation of K by the vermiculite present in these soils.
(5) The decline in soil bulk density was on the average 9% higher in the improved samples than in the unimproved samples. In addition, manure reduced the bulk density substantially more than the peat did.

Although some soil properties benefited from the addition of carbon at the rate of 10 t/ha, this level seemed insufficient to prevent a deterioration in the soil's physical condition resulting from the many manipulations before each seeding. This was particularly true in the case of the gray soils. Tests are continuing with higher levels of manure to measure the effects on yield and on certain factors related to root system development. We are considering the possibility of establishing plots to check certain hypotheses relating to the degree and rate of mineralization of organic matter and its effect on the development and maintenance of good soil structure. This would provide us with results from the open field, under local temperature conditions.

Dr. Laverdière is a research scientist at Agriculture Canada Research Station, Sainte-Foy, Quebec.



Rendements en avoine obtenus pour chacun des mélanges d'horizons provenant de deux types de sols :
1 — moyenne de la première récolte pour les deux traitements et le sol non amendé
2 — rendement de la troisième récolte pour sols amendés avec du fumier
3 — amendés avec de la tourbe
4 — et non amendés

fumier, un accroissement de 10 à 15 % des rendements a été observé dans 60 % des pots entre la première et la deuxième récolte. La Figure 1 (courbe 1 comparée aux courbes 2, 3 et 4) montre également une diminution moins forte de rendement dans le cas des sols brun-rouge comparativement aux sols gris. Ces résultats reflètent l'état du sol dans les pots après les trois récoltes.

Certaines propriétés des sols ont été réévaluées après la troisième récolte et comparées aux valeurs initiales pour tenter d'expliquer les résultats. On peut ainsi faire quelques observations intéressantes :

1° Une diminution du pH pour tous les échantillons indépendamment du traitement; les plus fortes diminutions ont été enregistrées dans le cas des échantillons amendés avec la tourbe;
2° Un accroissement des teneurs en matière organique de 0,4 % pour les échantillons non amendés, suite à l'incorporation et à la décomposition des débris de racines et de tiges, et de 0,7 % chez les échantillons amendés;
3° Une augmentation du phosphore assimilable dans tous les échantillons et de la capacité d'échange cationique dans le cas des échantillons provenant des sols gris;
4° Une baisse de près de 50 % des niveaux de potassium échangeable, malgré des apports importants de cet élément. Cette diminution s'expliquerait par la présence de vermiculite dans les sols, la vermiculite opérant une fixation irréversible du potassium;
5° Une diminution moyenne de 9 % de la densité apparente pour les échantillons amendés comparativement à ceux n'ayant reçu aucun amendement. De plus, la diminution de densité engendrée par l'application de fumier est sensiblement supérieure à la diminution de densité subséquente à l'application de tourbe.

Bien que des effets positifs aient été enregistrés au niveau de certaines propriétés du sol suite à l'apport de 10 t de carbone à l'hectare, il semble que ce niveau est insuffisant pour empêcher la détérioration de l'état physique du sol, causée par les nombreuses manipulations effectuées avant les semis. Ceci est particulièrement valable pour les sols gris. Des essais se poursuivent avec des doses plus élevées de fumier afin d'en mesurer les effets sur les rendements et sur certains paramètres reliés au développement du système radiculaire. On pense établir des parcelles afin de vérifier, en plein champ et sous les conditions locales de température, certaines hypothèses reliées au degré et à la vitesse de minéralisation de la matière organique en relation avec le développement et le maintien d'une bonne structure du sol.

Marc R. Laverdière est chercheur pour Agriculture Canada, à la Station de recherches de Sainte-Foy, au Québec.

Detection of Anthomyiid flies

Charles Vincent and Guy Boivin

Anthomyiid flies attack crucifers, onions, peas, corn and tobacco. If population levels of these flies could be determined, optimum control could be achieved with minimal use of insecticides. Detection techniques are reviewed for field use at the egg, larval, and adult stages.

Several species of flies of the genus *Delia* of the Anthomyiidae family attack cultivated plants. Of these, 3 species are of significant economic importance. They are the cabbage maggot, *D. radicum* (L.), which attacks crucifers (cabbage, cauliflower, broccoli, radish, rutabaga, turnip and rape), the onion maggot, *D. antiqua* (Meigen), which infests the onion and leek, and the seed-corn maggot, *Delia platura* (Meig.), which destroys young pea, corn, tobacco, turnip and cabbage plants.

These insects winter as pupae in the soil. The adults emerge in May, and the female lays eggs on the ground near the neck of the host plant some time later. The larvae feed on the roots of the young plants, causing direct damage to onions, rutabagas, peas, and corn and indirect damage to cabbages, cauliflowers, and broccoli. Each of the 3 species produces 3 to 4 generations a year depending on the region.

The detection of populations of these species makes it possible to reduce the use of insecticides. Applications can be timed at optimum dates and limited to crops where population levels justify the need. Crop yield and quality are thus maintained and the undesirable effects of pesticides on the environment are minimized.

The eggs of the Anthomyiidae are whitish and measure about 1 mm long. They may be observed at the base of the plants, and if counted regularly, larvicide treatments may be applied at the appropriate time. A second method of detection involves the use of a black-coloured artificial ovopositing substrate, which is placed around certain plants in the field. This material facilitates egg counting and is used successfully in Switzerland for the detection of cabbage maggots.

To detect larvae, the plants must be pulled up. Such sampling is time-consuming and cannot be carried out on a large scale on commercial farms. Likewise, the sampling of pupae is feasible only in a research context and is not very useful in a detection program. Soil samples must be screened to collect pupae.

Anthoymiid adults may be detected using various types of traps. The sticky trap has a yellow surface (Figure 1), which acts as an attractant to intercept flying insects. It is inexpensive and easy to use. The major drawback with this trap is that the specimens captured are hard to identify. Several species of Anthomyiidae may be associated with the same crop and are identified by examining the arrangement and length of the hairs on the thorax and legs. Adults captured using the sticky trap are covered with glue and are therefore hard to identify. Incorrect identification of a large number of flies may lead to erroneous treatment recommendations.

The cone trap (Figure 2) is a pyramid-shaped structure covered with mosquito netting. Adults enter at the bottom of the trap, and once inside, are attracted by the increased luminosity at the top of the trap (positive phototaxis). They end up confined in a receptacle. Cone traps are relatively specific, and because the adults captured are in good condition, the species may be accurately identified. The traps are expensive,

Figure 1 Yellow sticky traps

Figure 1 Pièges englués de couleur jaune

Figure 2 Cone trap: pyramid-shaped structure covered with mosquito netting

Figure 2 Piège conique : structure pyramidale recouverte de treillis moustiquaire

Le dépistage des mouches anthomyiides

Charles Vincent et Guy Boivin

Les mouches anthomyiides s'attaquent aux crucifères, aux oignons, aux pois, au maïs et au tabac. Si leur population pouvait être évaluée, la lutte pourrait se faire dans des conditions optimales avec un minimum d'insecticides. L'article passe en revue les diverses techniques de détection des œufs, des larves et des adultes, applicables sur le terrain.

Plusieurs espèces de mouches du genre *Delia*, de la famille des *Anthomyiidae*, s'attaquent à des plantes cultivées. Parmi celles-ci, trois espèces ont une incidence économique marquée, soit la mouche du chou, *D. radicum* (L.), qui s'attaque aux crucifères (chou, chou-fleur, brocoli, radis, rutabaga, navet et colza), la mouche de l'oignon, *D. antiqua* (Meigen), qui infeste l'oignon et le poireau et la mouche des légumineuses, *Delia platura* (Meig.), qui détruit les jeunes plants de pois, de maïs, de tabac, de navet et de chou.

Ces insectes hivernent dans le sol sous forme de pupes. Les adultes émergent en mai et, après une période requise pour la maturation des œufs, la femelle pond au sol à proximité du collet de la plante hôte. Les larves se nourrissent des racines des plantules causant ainsi un dommage direct à l'oignon, au rutabaga, au pois et au maïs, et un dommage indirect au chou, chou-fleur et brocoli. Ces trois espèces ont de trois à quatre générations par an selon les régions canadiennes concernées.

Le dépistage des populations de ces espèces permet de réduire l'utilisation des insecticides en déterminant les dates optimales d'intervention et en la limitant aux cultures où les niveaux de population le justifient. Les rendements et la qualité des récoltes sont ainsi maintenues tout en minimisant les effets indésirables des antiparasitaires sur l'environnement.

Les œufs des *Anthomyiidae* sont blanchâtres et mesurent environ 1 mm de longueur. Il est possible d'observer ces œufs à la base des plants et un comptage régulier permet d'appliquer des traitements larvicides en temps opportun. Une seconde méthode de dépistage consiste à placer un substrat artificiel de ponte, de couleur noire, autour de certains plants dans le champ. Ce substrat, qui facilite le dénombrement des œufs, est utilisé avec succès en Suisse pour le dépistage de la mouche du chou.

Le dépistage des larves requiert l'arrachage des plants. Cet échantillonnage demande beaucoup de temps et ne peut être mené à grande échelle dans des exploitations commerciales. De même, l'échantillonnage des pupes, que l'on récupère par le tri d'échantillons de sol, n'est réalisable que dans un contexte de recherche et n'est pas d'une grande utilité dans un programme de dépistage.

Les adultes anthomyiides peuvent être dépistés au moyen de différents types de pièges. Le piège englué, surface de couleur jaune qui attire les adultes (Figure 1), intercepte les insectes en vol. Il s'agit de pièges peu coûteux et d'utilisation facile mais leur désavantage majeur est la difficulté d'identification des spécimens. Plusieurs espèces d'*Anthomyiidae* peuvent être associées à une même culture et l'identification de ces espèces s'effectue à partir de l'arrangement et de la longueur des poils sur le thorax et les pattes. Or, les adultes capturés par des pièges englués sont couverts de colle et donc très difficiles à identifier. Une identification incorrecte d'un grand nombre de mouches peut mener à des recommandations erronées de traitement.

Le piège conique (Figure 2) est fait d'une structure pyramidale recouverte de treillis moustiquaire. Les adultes entrent par la base et, une fois à l'intérieur, sont attirés par la luminosité plus intense au sommet du piège (phototaxie positive), où ils entrent dans un dispositif les confinant à l'intérieur d'un récipient. Ces pièges sont relativement spécifiques et les adultes capturés sont en bon état, ce qui permet une identification précise. Ils sont cependant coûteux et mesurent 1 m de hauteur, ce qui peut entraîner certains inconvénients pour le producteur.

Les bassins d'eau (Figure 3) sont des contenants de plastique, généralement de couleur jaune, que l'on place au sol au milieu de la culture. Ces bassins sont remplis d'eau dans laquelle on ajoute quelques gouttes de détergent réduisant ainsi la tension de surface ce qui empêche les adultes de s'envoler. Ces pièges sont cependant peu spécifiques et demandent beaucoup de tri et d'identification.

Les cages d'émergence (Figure 4) sont déposées au sol et emprisonnent les adultes après leur émergence de la pupe. Ces pièges, peu coûteux, capturent cependant peu d'individus en raison des limites de la surface d'interception.

Figure 3 Yellow plastic pan filled with water

Figure 3 Bassin d'eau : contenant de plastique jaune rempli d'eau

Figure 4 Emergence cage

Figure 4 Cage d'émergence

however, and the fact that they measure 1 m high may constitute a drawback for producers.

Plastic pans (Figure 3) are another kind of trap. They are generally yellow and are placed on the ground within the crop. The pans are filled with water and a few drops of detergent are added to reduce the surface tension and prevent the adults from flying off. The pan is not a specific trap, and considerable sorting and identification are required.

Emergence cages (Figure 4) are placed on the ground and are used to confine adults after they emerge from the pupae. While they are inexpensive, these traps capture few insects because of the potential limitations of the intercepting area.

Various chemicals may be used in conjunction with these traps to attract anthomyiid adults and increase captures. For the most part, these products are volatile substances obtained from the host plants. For example, allyl isothiocyanate, a volatile compound derived from crucifers, increases the captures of cabbage maggot flies. The product may be distilled before use, if desired. Dipropyl sulphide, a volatile compound derived from the onion, increases the captures of onion maggots. While no compound has yet been isolated to attract the seed-corn maggot, it is a known fact that a homogenate of legume seeds increases the captures of this insect.

The effectiveness of the first three traps is influenced by factors such as trap architecture, climatic conditions, nature of the attractant, trap location in the field, and insect physiology.

The information obtained from the use of these techniques is essential to determine the optimum period for adulticide treatments. It can also be used to indicate the egg detection period in larvicide programs. Additional research on adult behavior, the mechanisms involved in insect capture, and host-plant relationships will likely provide a more accurate picture of the relationship between capture and injury.

C. Vincent and G. Boivin are research scientists at Agriculture Canada Research Station, St-Jean, Quebec.

Land preparation, a key to successful soil fumigation

J.W. Potter

The importance of soil preparation for fumigant application for the control of nematodes in Canadian soils is emphasized. Recommendations are presented for improving soil conditions before a fumigant application is made. The author points out that the chemical control of nematodes is expensive and therefore should be carried out only after a good effort of soil preparation.

Chemical control of plant-parasitic nematodes in field soil in Canada usually involves using fairly expensive preplant soil fumigants. When fumigants are applied by a custom operator, and the fumigant purchase price is added to the custom operator's fees, the landowner owes it to himself to ensure that his outlay is not wasted. Unfortunately, sometimes soil fumigation is not as effective as it could have been with more careful land preparation.

The grower has direct control over soil condition or tilth, soil moisture, organic matter content, date of fumigation, and apparent pre-treatment nematode count. He can only indirectly control soil type and profile, degree of stoniness of the soil, soil temperature, past cropping history and real pre-treatment nematode count. Real pre-treatment nematode count (the number of nematodes in a given volume of soil before fumigation) is not within the grower's control, but the apparent count, as determined by a diagnostic laboratory, may be affected by how the sample is taken and how it is handled in shipping and storage. (See: Soil and root sampling for nematode analysis, OMAF Agdex Factsheet, Order No. 81-040, April 1981.)

Three errors are commonly made in sampling: 1) sampling at the wrong times, this usually means nematode populations are low and the severity of the problem is underestimated; 2) sampling from non-representative areas, this usually means sampling from the worst affected areas, which again means the average population is not correctly estimated; 3) insufficient time allowed for sample diagnosis, not allowing enough time for diagnosis means frustration, both for the grower waiting for results and for the lab personnel who know that rushing the diagnosis will mean it is inaccurate. Nematode diagnosis usually takes two weeks, not counting mail-delivery time.

Among the factors the grower cannot alter directly are soil type and profile in a field. However, the advance preparation of a difficult-to-fumigate soil can improve its condition to make fumigation easier. For example, clay-loams can be brought to better tilth by addition of organic matter, ploughed in and allowed to fully decompose. To permit fumigation of a clay-loam in late September, a green-manure crop should be plowed in at least 4 to 6 weeks in advance (mid- to late-August). Addition of ammonium nitrate will aid the rotting of the green manure. Late fall plowing of clay-loam and clay soils, with winter frost breaking up the clods of earth, might allow finer spring cultivation and permit fall fumigation in the subsequent year. Fortunately, nematode problems are less common on heavy soils than on the lighter sandy loams.

The soil profile may include a hard-pan layer which would both impede the movement of injected fumigant and be a physical barrier to the chisels of the fumigator rig. As the desirable depth for most fumigant injection is 15 to 20 cm (6 to 8 inches), it might be necessary to break such a layer with a subsoiler or chisel-plow.

Stony soil presents the potential for damaging fumigation equipment and the probability of areas being left unfumigated as a result of chisel bounce. Stony areas of a field are often on sandy knolls or in light soils where nematodes are more likely to thrive. Larger stones, buried tree roots, or similar obstructions should be removed before fumigation. Cultivating at least 25 cm (10 inches) deep for a planned injection depth of 15 to 20 cm will ensure that no buried surprises snag the fumigator chisels.

The grower's main approach toward adequate soil temperature should be in timing the fumigation for the right time of year. Most fumigants work best at soil temperatures from 10 to 24°C (50 to 75°F) at 15 cm (6 inches) deep; a few will vaporize at 5°C (40°F). Although cultivation on warm days might raise the soil temperature slightly, very late fall fumigation is not recommended as the fumigant will not vaporize and permeate the soil properly below 5°C. Fumigant applied very late in cold soil is more likely to be leached and depleted over winter, or may pool below plough-depth and be difficult to aerate out of the soil in spring tillage.

Différents produits chimiques peuvent être utilisés de concert avec ces pièges de façon à attirer les adultes d'*Anthomyiidae* et à augmenter les captures. Ces produits sont pour la plupart des substances volatiles des plantes hôtes. Par exemple, l'isothiocyanate d'allyle, composé volatil provenant des crucifères, augmente les captures de mouches du chou adultes. Ce produit peut, au besoin, être purifié par une distillation avant son utilisation. Le dipropyle de sulfide, composé volatil de l'oignon, augmente les captures de la mouche de l'oignon. Bien qu'à ce jour, aucun composé agissant comme composé attractif pour la mouche des légumineuses n'ait été isolé, on sait qu'un homogénat de graines de légumineuses augmente les captures de cet insecte.

L'efficacité des trois premiers types de ces pièges est influencée par des paramètres tels l'architecture du piège, les conditions climatiques, la nature de l'attractif, la localisation du piège dans le champ et l'état physiologique des insectes.

Les informations obtenues par ces techniques demeurent nécessaires pour déterminer la période optimale de traitements adulticides. Elles peuvent également servir à indiquer la période de dépistage des œufs pour les programmes utilisant des larvicides. Des rapports plus précis entre captures et dégâts pourront probablement être établis par des recherches supplémentaires sur le comportement des adultes, les mécanismes impliqués lors de la capture d'un insecte et les relations plantes-hôtes.

MM. Vincent et Boivin sont chercheurs à la Station de recherches de Saint-Jean-sur-Richelieu, Québec.

Préparation du terrain, recette pour une bonne fumigation du sol

J.W. Potter

Au Canada, la lutte chimique contre les nématodes parasites des végétaux dans le sol des champs cultivés nécessite habituellement une fumigation très onéreuse des sols en pré-semis. Quand la fumigation est exécutée par un opérateur à contrat, dont la rémunération s'ajoute au prix d'achat du fumigant, le propriétaire a intérêt à s'assurer que cet investissement ne sera pas perdu. Malheureusement, il arrive que la fumigation du sol ne soit pas aussi efficace qu'elle aurait pu l'être si le terrain avait été mieux préparé. Le présent article propose des moyens d'améliorer l'efficacité du traitement en maîtrisant les caractères du sol avant l'application du fumigant.

L'agriculteur a un contrôle direct sur l'état d'ameublissement du sol, son humidité, sa teneur en matière organique, la date de fumigation et sur le nombre « apparent » de nématodes avant le traitement. Par contre, il ne peut agir qu'indirectement sur le type et le profil du sol, sa pierrosité, sa température, ses antécédents culturaux et le nombre réel de nématodes avant le traitement. Si le nombre réel de nématodes avant le traitement, c'est-à-dire leur nombre dans un volume de sol donné avant la fumigation, échappe au contrôle du producteur, leur nombre « apparent », tel que déterminé par un laboratoire de diagnostic, peut dépendre de la façon dont l'échantillon est prélevé et manipulé à l'expédition et durant le stockage. (Voir : *Soil and Root Sampling for Nematode Analysis* (Échantillonnage du sol et des racines pour la numération des nématodes), Fiche Agdex du ministère de l'agriculture et de l'alimentation de l'Ontario, numéro de commande 81-040, avril 1981.) Trois erreurs sont fréquentes à l'échantillonnage : 1° Échantillonnage fait au mauvais moment. La population de nématodes serait jugée faible et la gravité du problème, sous-estimée; 2° Échantillonnage fait dans des endroits non représentatifs. L'échantillonnage serait fait aux endroits les plus touchés, ce qui signifierait encore une fois que la population moyenne ne serait pas bien évaluée; 3° Délai trop court alloué au diagnostic. Cette situation est doublement frustrante, d'une part pour le producteur qui attend les résultats et, d'autre part, pour le personnel de laboratoire qui sait qu'un diagnostic trop rapide est douteux. Il faut prévoir habituellement deux semaines pour le diagnostic d'une infection à nématodes, sans compter le temps de livraison du courrier.

Parmi les facteurs sur lesquels l'agriculteur ne peut agir directement, mentionnons le type et le profil du sol d'un champ. Cependant, la préparation préalable d'un sol difficile à fumiger peut améliorer son état d'ameublissement et faciliter le traitement. Par exemple, on peut ameublir des loams argileux par l'addition de matière organique que l'on enfouira et qu'on laissera décomposer entièrement. Si l'on prévoit fumiger ce type de sol à la fin de septembre, on enfouira un engrais vert au moins quatre à six semaines d'avance (au milieu ou à la fin d'août), dont on favorisera le pourrissement par l'addition de nitrate d'ammonium. Avec un labourage en fin d'automne des loams argileux et des argiles, le froid hivernal agissant ensuite pour briser les mottes de terre, on pourra travailler le sol plus finement au printemps et procéder à une fumigation l'automne suivant. Heureusement, les infestations de nématodes sont moins fréquentes dans les sols lourds que dans les loams sableux plus légers.

Le profil du sol peut comprendre un plancher de labour qui, d'une part, peut empêcher le mouvement du fumigant injecté et, d'autre part, constituer un obstacle pour les pals injecteurs du fumigateur. Comme la profondeur idéale d'injection de la plupart des fumigants est de 15 à 20 cm, il est parfois nécessaire de briser cette couche à l'aide d'une sous-soleuse ou d'un cultivateur lourd.

Dans le cas des sols pierreux, le danger existe d'endommager le matériel de fumigation et de ne pas atteindre toute la masse à cause du rebord des pals. Les parties pierreuses d'un champ se situent souvent sur des tertres sableux ou dans des sols légers, propices au développement des nématodes. Les plus grosses pierres, les racines d'arbres enterrées ou tout autre obstacle semblable doivent être enlevés avant la fumigation. En travaillant le sol à une profondeur d'au moins 25 cm si l'on prévoit injecter à 15 ou 20 cm de profondeur, on s'assurera de l'absence d'objets malencontreux contre lesquels pourraient venir se heurter les pals du fumigateur.

En ce qui concerne la température du sol, la meilleure chose à faire pour l'agriculteur est de prévoir le « bon » temps de l'année pour faire la fumigation. La plupart des fumigants sont plus efficients à des températures du sol variant entre 10 et 24 °C et à 15 cm de profondeur; quelques-uns s'évapo-reront à 5 °C. Bien que la préparation superficielle du sol par journées chaudes peut avoir pour effet d'en élever légèrement la température, il n'est pas recommandé d'attendre très tard

Past cropping history of a field should be considered in planning a fumigant application. For example, nematodes are more numerous in the root zone of trees in an orchard; this "clustering" will still be evident on the former tree-rows after tree removal. Consequently, when replanting an orchard, site the new rows in the between-row strips of the previous planting if possible. Since the nematodes will be less numerous in the old between-rows areas and less protected by tree-root debris left in the soil, a more successful fumigation job should result.

Avoiding previous crop debris in the soil is part of the advance planning for fumigation. Tree roots are only one source of organic debris which will interfere with fumigation. The interference is three-fold: 1) the roots may be large enough to be snagged on the chisels and thus drag soil about; 2) the smaller roots will protect nematodes from the fumigant vapor; 3) incompletely-decayed organic matter may bind with and inactivate some of the fumigant, so that a higher rate of chemical may be needed. Other kinds of organic debris left in the field, such as undersized potato tubers, cull onion bulbs, misshapen carrots, or woody fragments of fruit tree roots, can also provide a protective mass of tissue in which nematodes will avoid a fumigant. All such plant debris should be removed or plowed under with sufficient time (4 weeks or more) to allow for complete decomposition; even a complete summer season may be required to ensure complete rotting of organic debris.

Soil condition (tilth) and soil moisture, which are under the grower's control, can affect soil fumigation success. Injected fumigants will not penetrate readily into large clods of unshattered soil, but will move readily around the clods. Consequently, in a soil that is too coarsely tilled, the injected chemical will vaporize off rapidly. Conversely, a soil that is too finely tilled, to the extent that it loses its structure, may form a crust or puddle, and interfere with diffusion of the vaporized fumigant. Generally, sandy loams are less likely to become puddled or form clods; more frequently, a sandy loam soil becomes too dry during cultivation and does not seal well enough to retain the fumigant after injection. Since sandy loams have a much narrower soil moisture range than heavier soils, they are easily overcultivated, causing excessive dryness. Heavier loams and clay loams, with a broader soil moisture range, are more likely to form clods if plowed too dry, to puddle if cultivated while too wet, or to crust if sealed with excessive weight while wet.

Post-fumigation land management is an aspect of nematode control that is often badly managed. A rushed fumigation job will usually also mean that the grower is in too much hurry after the fumigant is applied. Proper diffusion of a fumigant through soil, and proper subsequent aeration of the soil, requires time. Speed is essential immediately after fumigation, to seal the soil to prevent the fumigant escaping. Even an hour's delay in sealing will permit half the fumigant to escape from a soil at 20°C. However, opening the soil for aeration too soon may result in incomplete penetration by the fumigant, or damage to plants if planting or seeding takes place before the soil is well aerated. A week for the fumigant vapor to diffuse in sealed soil, and 2 weeks of aeration with shallow disking is the average time required. A grower should devote 3 weeks to the fumigation process, and the appropriate time to land preparation including 4 to 6 weeks to rot ploughed-down organic matter.

Re-infestation of fumigated soil by nematodes can happen during post-fumigation cultivation. With too deep cultivation of the soil during aeration, unfumigated soil will be brought up and mixed into the fumigated layer, thereby contaminating the fumigated soil with nematodes. About 75 per cent of the nematodes in a soil are normally in the rootzone, down to about 45 cm (18 inches). Fumigation controls those in the upper one-half to two-thirds of this zone, and provides a nematode-free root growth zone. However, the nematodes will eventually re-infest the upper fumigated zone, through movement and reproduction. Cultivating too deeply simply increases the rate of re-infestation.

Cultivating after fumigation by working across both fumigated and untreated soil will also re-infest the newly-fumigated soil with nematodes. For example, where strips have been fumigated for new tree rows, and the between-row bands left untreated, if the grower cultivates *across* the rows, nematodes will be mixed back into the fumigated strips. The preferred cultivation method is to work the land *parallel with* the rows, rather than across. Also, if possible, cultivating all the fumigated strips first, before working the untreated bands between rows, will avoid having the disk or cultivator carrying soil from untreated to treated land.

In summary, the highlights of good land preparation for successful soil fumigation are:

1. soil sampling — representative samples, taken at the proper time from the proper area and depth;
2. advance planning — to allow enough time for the various operations required; this could mean starting a year in advance;
3. no obstructions — removal of stones and debris, and enough time for complete rotting of organic matter;
4. cultivation — soil worked to seed-bed condition;
5. proper timing of fumigation — to ensure adequate soil temperature, enough time for fumigant to vaporize and soil to be aerated;
6. no contamination after fumigation — avoiding too-deep cultivation, or cultivation patterns that mix untreated soil with treated soil.

Dr. Potter is a research scientist at the Agriculture Canada Research Station, Vineland Station, Ontario.

en automne pour fumiger, car, à des températures inférieures à 5 °C, le produit ne s'évaporera pas et en parviendra pas à bien imprégner le sol. En effet, un fumigant appliqué très tard dans un sol froid risque plutôt d'être lessivé et de s'épuiser durant l'hiver, ou encore de s'accumuler sous la couche labourée et d'être ainsi difficile à éliminer par aération du sol lorsque celui-ci sera travaillé en surface au printemps.

Quand on prévoit une fumigation, il faut tenir compte des antécédents culturaux d'un champ. Par exemple, les nématodes sont plus nombreux dans la zone constituée par les racines des arbres (la rizosphère) d'un verger; ce regroupement restera évident dans les anciennes lignes des arbres qu'on aura enlevés. Par conséquent, lorsque vous replantez un verger, installez les nouveaux rangs entre les anciens de la plantation précédente, si possible. Comme les nématodes seront moins nombreux entre les ancient rangs et moins protégés par les débris de racines d'arbre laissés dans le sol, la fumigation devrait être plus efficace.

Parmi les préparatifs d'une fumigation, il faut penser à enlever les débris de culture abandonnés dans le sol. Les racines d'arbre ne sont qu'une source de débris organiques parmi d'autres, qui nuiront au traitement. Le problème est de trois ordres : d'abord, les racines peuvent être assez grosses pour se prendre dans les pals du fumigateur et entraîner de la terre; deuxièmement, les racines plus petites protégeront les nématodes des vapeurs du fumigant; troisièmement, la matière organique qui n'a pas encore pourri peut se lier au fumigant et l'inactiver, de sorte qu'il en faudra une plus forte dose. D'autres types de débris organiques laissés dans le champ, comme de petits tubercules de pommes de terre, les bulbes d'oignons rejetés, les carottes difformes et les fragments ligneux des racines d'arbres fruitiers, peuvent tous fournir une masse de tissu protecteur dans lequel les nématodes échapperont au fumigant. Tous ces débris végétaux doivent être enlevés ou enfouis suffisamment d'avance (4 semaines ou plus) pour permettre une décomposition totale. Parfois, il faudra compter tout un été pour s'assurer du pourrissement complet des débris organiques.

L'état d'ameublissement et l'humidité du sol, qui sont sous le contrôle de l'agriculteur, peuvent jouer sur le succès de la fumigation. Les fumigants injectés ne pénétreront pas spontanément dans les grosses mottes de terre du sol non dérangé, mais les contourneront. Par conséquent, dans un sol trop grossièrement ameubli, le produit chimique injecté s'évaporera rapidement. Par contre, un sol trop finement travaillé, au point de perdre sa structure, peut former une croûte (battance) qui nuira à la diffusion du fumigant vaporisé. En général, les loams sableux ont moins tendance à « croûter » ou à former des mottes; par contre, ils deviennent souvent trop secs quand on les travaille et ne sont pas suffisamment compacts pour retenir le fumigant après l'injection. Comme les loams sableux ont une marge d'humidité beaucoup plus étroite que les sols plus lourds, ils sont sujets à être trop travaillés, donc à s'assécher. D'un autre côté, les loams plus lourds et les loams argileux, dont la marge d'humidité est plus grande, ont plus tendance à faire des mottes s'ils sont trop secs au labour. Enfin, lorsqu'ils sont trop humides, ils formeront de la boue s'ils sont travaillés et une croûte s'ils sont trop compactés.

Le traitement du sol après la fumigation est un aspect de la lutte contre les nématodes qui est souvent négligée. En général, lorsque la fumigation est vite faite, l'agriculteur se montrera aussi trop pressé après le traitement. Une bonne diffusion du fumigant dans le sol suivie d'une bonne aération nécessite du temps. Il est essentiel de faire vite immédiatement après la fumigation pour sceller le sol afin d'empêcher le fumigant de s'échapper. À 20 °C, même un retard d'une heure dans cette opération permettra à la moitié du produit de s'échapper du sol. Par contre, si on laisse le sol s'aérer trop tôt, le fumigant peut ne pas bien pénétrer ou endommager les plantes si elles sont installées ou semées avant que le sol ne soit bien aéré. Il faut prévoir en moyenne une semaine pour laisser la vapeur se diffuser dans un sol fermé et deux semaines d'aération par discage peu profond. Un agriculteur devrait consacrer trois semaines à tout le processus de la fumigation et un temps suffisant à la préparation du terrain (dont 4 à 6 semaines pour laisser pourrir la matière organique enfouie).

Le sol fumigé peut être réinfesté par les nématodes durant les façons culturales après la fumigation. Si durant l'aération, le sol est travaillé trop profondément, de la terre non fumigée sera ramenée vers le haut et mélangée à la couche fumigée, contaminant ainsi la terre traitée. Environ 75 % des nématodes dans un sol se trouvent normalement dans la zone racinaire, soit à une profondeur de 45 cm (18 pouces). La fumigation détruit ce qui se trouve dans la moitié ou les deux tiers supérieurs de cette couche, laissant une zone de croissance racinaire indemne de nématodes. Cependant, les nématodes réinfesteront éventuellement la zone supérieure fumigée, par déplacement et multiplication. Un travail trop profond a tout simplement pour effet d'accélérer la réinfestation.

Après la fumigation, quand, pour travailler le sol, on croise des bandes traitées et des bandes non traitées, on réinfestera avec des nématodes la terre récemment fumigée. Par exemple, advenant que des bandes aient été fumigées en prévision de l'installation de nouvelles lignes d'arbre, et que les bandes entre les lignes n'aient pas été traitées, si l'agriculteur travaille les rangs transversalement, des nématodes seront remélangés aux bandes fumigées. Il est donc préférable de travailler le sol parallèlement aux lignes, plutôt que transversalement. De même, si possible, en travaillant toutes les bandes fumigées d'abord, avant de passer aux entre-lignes, on évitera que les disques ou le cultivateur n'incorpore de la terre non traitée à celle qui a été fumigée.

Les points clés d'une bonne préparation du terrain pour la réussite de la fumigation se résument donc à :

1° Un bon échantillonnage du sol. Échantillons représentatifs, prélevés au moment opportun, à l'endroit et à la profondeur appropriés;
2° Une bonne planification. Prévoir suffisamment de temps pour les différentes opérations requises, ce qui peut vouloir dire de commencer un an à l'avance;
3° L'élimination des obstacles. Enlever les pierres et les débris et laisser suffisamment de temps pour assurer un pourrissement complet de la matière organique;
4° Travail du sol : travailler le sol comme pour préparer un lit de semence;
5° La détermination du moment opportun pour la fumigation, pour que la température du sol soit adéquate et pour laisser suffisamment de temps au fumigant de s'évaporer et au sol, de s'aérer;
6° Les précautions à prendre pour éviter la contamination après la fumigation. Éviter un travail trop profond ou selon des tracés qui auraient pour effet de mélanger le sol non traité au sol fumigé.

J.W. Potter est un scientifique à la station de recherches d'Agriculture Canada à Vineland, en Ontario.

The effect of muscle fibre orientation on meat tenderness

A.C. Murray, L.E. Jeremiah, and A.H. Martin

One of the major attributes of meat quality is tenderness. Studies conducted at the Lacombe Research Station have shown that orientation of the muscle fibre has a major effect on meat tenderness.

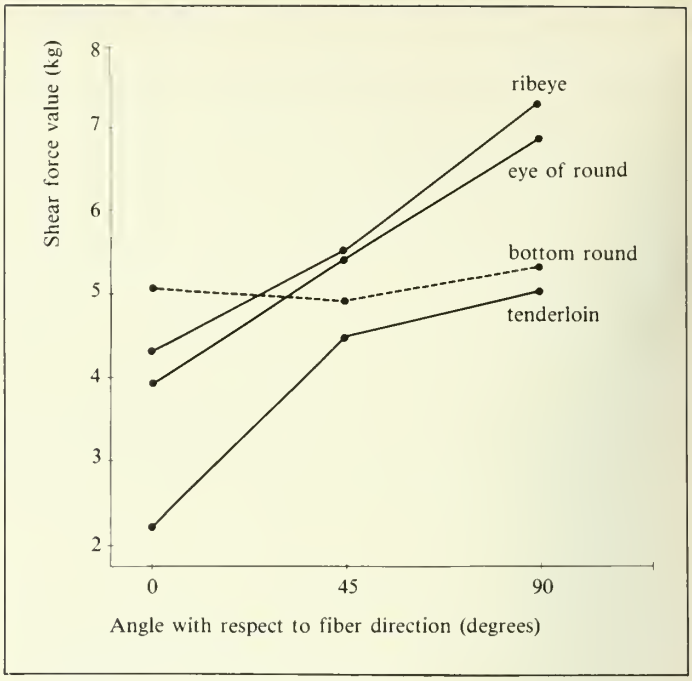
Muscle fibres are oriented parallel to one another and are organized into bundles wrapped in sheaths of connective tissue, thus endowing texture and grain to meat. Lack of consideration of the direction of the grain may dramatically affect the accuracy and interpretation of tenderness measurements.

The measurement of tenderness is usually accomplished with a panel of evaluators or with a mechanical device which quantifies the force required to shear through a piece of meat of standard size. A tenderness panel, trained to assess the ease of biting through a piece of meat (initial-bite tenderness), will yield conclusions similar to those obtained by a mechanical shear device.

Figure 1 shows the extent to which the tenderness of 4 beef muscles, measured by a mechanical shear device (Ottawa Texture Measuring System), was influenced by the angle at which the meat was sheared with respect to its grain or fibre direction. For one muscle (bottom round), tenderness was essentially independent of fibre orientation. For the other three muscles (ribeye, eye of round, and tenderloin) the shear force values were greatly affected by the angle at which the fibres were sheared. Shearing between the fibres required approximately 3 kg less force than did shearing directly across the fibres.

The average consumer can detect a difference in shear force of approximately 1 kg, whereas 3 kg may mean the difference between a perfectly acceptable steak and one that is unacceptably tough.

A similar conclusion was developed when trained panel members assessed the tenderness of bovine ribeye. Initial bite tenderness increased considerably as the angle of bite with respect to the direction of the fibre was increased. In addition, shear force values were found to predict most accurately both initial-bite and overall panel tenderness if the meat was sheared or bitten perpendicular to the muscle fibres.



Cutting angle and meat tenderness

The results support the basic rule of meat cutting, that is, to slice meat perpendicular to the fiber direction. The effect of muscle fiber orientation is of such a magitude that it should be carefully considered, whether one is conducting meat research or slicing meat for domestic consumption.

Drs. Murray and Jeremiah and Mr. Martin are researchers at the Agriculture Canada Lacombe Research Station in Alberta.

Effects of outbreaks of the black fly *Simulium luggeri* on livestock in east-central Saskatchewan

F.J.H. Fredeen

Simulium luggeri **recently began breeding in the South Saskatchewan River in Saskatchewan. Outbreaks in 1978 alone were estimated to have cost beef producers at least $2.9 million and dairy producers $57,000. Experimental monitoring and larviciding appear to have prevented additional outbreaks of that magnitude.**

Larvae of the black fly *Simulium luggeri* unexpectedly invaded both branches of the Saskatchewan River in Saskatchewan between 1968 and 1971, largely replacing *S. arcticum* which had been a pest since the earliest days of settlement. These changes coincided with reversals in annual flow patterns in the river. Summertime river volumes were reduced because of storage of water in newly-built reservoirs for use for wintertime production of electricity (Figure 1). Shallow, clear water in the river encouraged growth of extensive patches of water weeds and algae which provided ideal attachment sites for larvae of *S. luggeri*.

There have been outbreaks of *S. luggeri* every summer since 1975 in east-central Saskatchewan. Many outbreaks were less severe than anticipated because of successful use of methoxychlor larvicide applied under experimental permits to breeding sites in the Saskatchewan River. These tests with larvicide showed that infestations of black fly larvae could be temporarily reduced without leaving permanent residues of methoxychlor or without permanently reducing numbers of other kinds of insect larvae, at least at suprageneric levels. However, despite apparent minor risks, demands for larviciding must be justified. A recent compilation of losses incurred during outbreaks indicates that there is justification in preventing outbreaks with use of methoxychlor larvicide, at least until other means of protection are developed.

Effet de l'orientation des fibres musculaires sur la tendreté de la viande

A.C. Murray, L.E. Jeremiah et A.H. Martin

La tendreté est une des principales composantes de la qualité de la viande. Des études réalisées à la Station de recherches de Lacombe montrent que l'orientation des fibres musculaires a un effet majeur sur la tendreté de la viande.

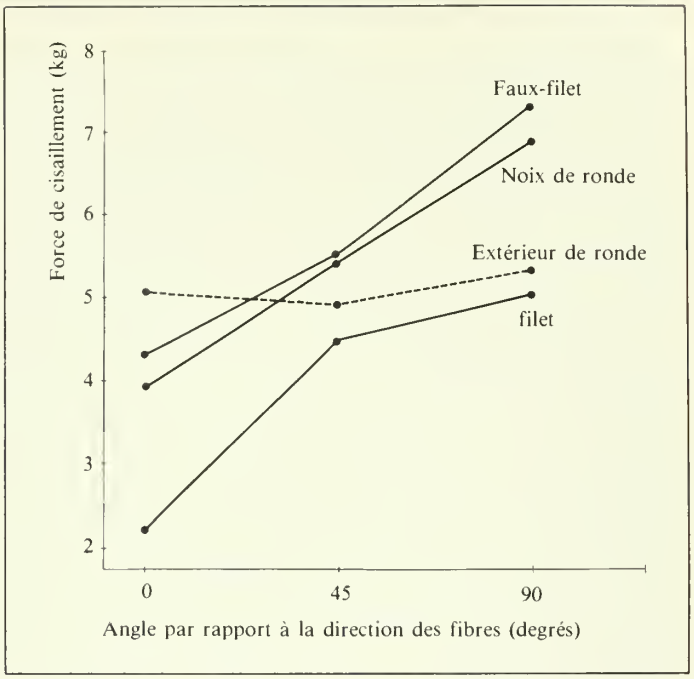
Les fibres musculaires sont orientées parallèlement les unes aux autres et organisées en faisceaux enveloppés dans des gaines de tissu conjonctif, ce qui donne à la viande sa texture et son grain. Ne pas tenir compte de la direction des fibres peut fausser énormément l'interprétation des mesures de tendreté.

La mesure de la tendreté est réalisée habituellement par un jury ou à l'aide d'un appareil qui quantifie la force nécessaire pour cisailler une pièce de viande de taille normalisée. Un jury sachant évaluer la facilité à mordre dans une pièce de viande (tendreté à la mordée initiale) arrivera à des conclusions semblables à celles obtenues par un appareil de cisaillement.

La figure montre dans quelle mesure la tendreté de quatre muscles de bœuf, déterminée par des moyens mécaniques (Matériel utilisé à Ottawa pour la mesure des textures), dépend de l'angle auquel la viande est cisaillée par rapport à son grain ou à la direction de ses fibres. Pour un des muscles (extérieur de ronde), la tendreté était essentiellement indépendante de l'orientation des fibres. Pour les trois autres (faux-filet, noix de ronde et filet), la force de cisaillement dépendait énormément de l'angle des fibres. Le cisaillement parallèle aux fibres demande une force d'environ 3 kg de moins que celle qui est nécessaire au cisaillement transversal.

Le consommateur moyen peut déceler une différence d'environ 1 kg dans la force de cisaillement, alors que 3 kg peut faire la différence entre un bifteck parfaitement acceptable et un autre qui est trop dur.

La même conclusion est ressortie quand un jury expérimenté a évalué la tendreté d'un faux-filet de bœuf. La tendreté à la mordée initiale augmentait considérablement avec l'angle de mordée par rapport à la direction des fibres. De plus, on a constaté que la force de cisaillement permettait de mieux prédire la tendreté à la mordée initiale et la valeur obtenue par le jury si la viande était cisaillée ou mordue perpendiculairement aux fibres musculaires.



La découpe correcte du bœuf en augmente la tendreté

Ces résultats appuient la règle fondamentale régissant le découpage de la viande, c'est-à-dire qu'il faut trancher la viande perpendiculairement aux fibres. L'orientation des fibres musculaires est d'une telle importance qu'il faudrait y faire très attention, qu'il s'agisse de faire des recherches sur la viande ou de trancher de la viande à la maison.

MM. Murray, Jeremiah et Martin sont des scientifiques à la Station de recherches d'Agriculture Canada à Lacombe.

Effets des infestations de mouches noires (*Simulium luggeri*) sur le bétail du centre-est de la Saskatchewan

F.J.H. Fredeen

Les mouches noires du type *Simulium luggeri* ont récemment commencé à se reproduire dans la région de la rivière Saskatchewan-Sud, en Saskatchewan. Les infestations de 1978 ont coûté à elles seules au moins 2 900 000 $ aux éleveurs de bovins de boucherie et 57 000 $ aux producteurs de bovins laitiers.

La surveillance expérimentale et l'élimination des larves semblent avoir prévenu l'apparition d'autres infestations de cette ampleur.

Des larves de la mouche noire *Simulium luggeri* ont envahi de façon inattendue les deux bras de la rivière Saskatchewan, entre 1968 et 1971, remplaçant rapidement l'espèce *S. arcticum*, qui ravageait ces parages depuis les tout débuts de leur colonisation. Ce changement coïncide avec le renversement du régime annuel d'écoulement de la rivière. En effet, le débit estival de la rivière a subi une diminution à cause de l'accumulation d'eau dans les réservoirs nouvellement construits en vue de la production d'électricité en hiver (Figure 1). La présence d'eau claire et d'endroits peu profonds dans la rivière a donc favorisé la croissance d'importantes populations de plantes aquatiques et d'algues, qui sont des sites de fixation idéaux pour les larves de *S. luggeri*.

Depuis 1975, on assiste à tous les étés à des infestations de *S. luggeri* dans la région du centre-est de la Saskatchewan. Plusieurs infestations ont cependant été moins graves que prévu grâce à un larvicide, le méthoxychlore, dont l'application avait été autorisée à titre expérimental sur les sites de reproduction dans la région de la rivière Saskatchewan. Les

Although *S. luggeri* does not inject lethal toxins, as did its predecessor *S. arcticum*, it is capable nevertheless of inflicting sizeable losses for at least 5 reasons: 1) it produces several generations each summer and numbers increase as the water warms up and becomes weedier; 2) weed beds provide extensive breeding sites; 3) adults can be produced in such large numbers that they can cause losses even after widespread dispersals; 4) *S. luggeri* adults swarm about animals' heads causing hyperactivity and stress; 5) it attacks people so vigorously that during some outbreaks people are prevented from working out-of-doors, even though wearing repellents.

The most widespread and destructive outbreaks of *S. luggeri* occurred in 1978 (Figure 2). That year, swarms of *S. luggeri* were first observed stampeding cattle in pastures adjacent to the Saskatchewan River on May 26. By June 3, northerly winds had carried bothersome swarms as far south as Wynyard, about 170 km south of points of origin in the Saskatchewan River. Strong easterly winds then retransported sufficient black flies to cause problems with livestock at least 40 km beyond Saskatoon, a total distance of at least 300 km from apparent points of origin. Eventually, in 1978, *S. luggeri* spread into about 38,000 km of east central Saskatchewan and measurable losses from repeated outbreaks were reported from about 5,700 km^2. Cattle populations in those 5,700 km^2 included at least 650 purebred bulls, 11,000 beef cows, 9,500 suckling calves, 1,100 dairy cattle, and 7,000 other cattle.

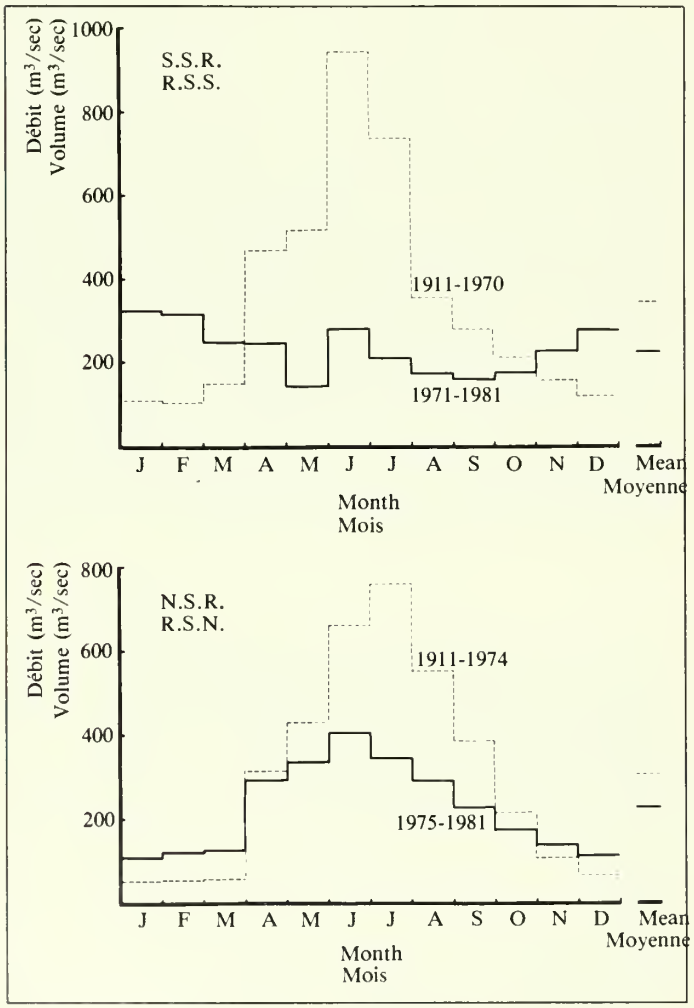


Figure 1. Average monthly volume flows in the Saskatchewan River in Saskatchewan. S.S.R. = South Saskatchewan River at Saskatoon; N.S.R. = North Saskatchewan River at Prince Albert.

Figure 1 Débit mensuel moyen de la rivière Saskatchewan, en Saskatchewan. R.S.S. = Rivière Saskatchewan-Sud à Saskatoon; R.S.N. = Rivière Saskatchewan-Nord à Prince Albert.

The optimum air temperature for flight of *S. luggeri* is about 20°C. On most warm days in 1978, *S. luggeri* was abundant enough to cause herds to become hyperactive. Cattle stampeded readily, sometimes pushing through fences or barn walls to escape attacks. Cattle would not graze rich lowlands but crowded onto hilltops where they remained in constant turmoil when animals on herd margins pushed into the centers to avoid attacks. Grazing and suckling were greatly reduced. Malnutrition and hyperactivity were blamed for greatly increased incidences of stress-related diseases such as pinkeye, mastitis, hoofrot, and calfhood pneumonia and scours. Some animals suffered broken limbs during stampedes. Calves were burnt when pushed into smudges. About one-seventh of the bulls had to be replaced when they became impotent due to infections and debilitation, even though fed supplements. About 20 per cent of cows in affected pastures did not conceive on time because breeding was interrupted during every outbreak. The number of cows that did not conceive at all that summer increased by at least 2 per cent. A calf born one month late the following summer would be about 30 kg lighter than expected at weaned calf sales in the fall. Deaths of about 1.75 per cent of suckling calves and 0.25 per cent of older animals were blamed directly on black fly attacks. But the greatest losses were in unrealized weight gains. Producers claimed that their animals lost weight in 1978 whereas gains of about 0.2 kg a day had been expected for suckling calves and about 1.0 kg a day for cows and weaned calves. Animals were not weighed into or out of pastures in 1978 so producers could not prove their allegations. However, in our tests with range cattle protected with Bovaid® eartags or sprays of permethrin, average weight gain advantages of about 0.1 kg a day for calves and 0.5 kg a day for cows, over unprotected animals, were observed during a 140-day grazing season. On this basis, unrealized weight gains in 1978 for 9,500 calves may have cost producers at least $266,000 and for 18,000 cows and weaned immatures about $2,205,000. When effects of delayed conceptions, animal fatalities, and replaced bulls are added in, total losses to producers apparently exceeded $2,900,000. Losses in pastures in an additional 32,000 km^2 of less severely affected lands were not included in this total, nor were costs of additional veterinarian services, repairs to fences and barns, supplementary feed, or extra labor required to handle hyperactive herds.

Dairy cattle also were affected by outbreaks of *S. luggeri*, especially when they did not have access to barns (Figure 3). Producer A pastured his cattle outside all summer because he owned considerable pasture land that was too rough and wet to be used for cultivated crops. Producer B confined his cows to the barn at all times. Producer C pastured his cattle but allowed them free access to a barn. He reported that his cattle voluntarily remained indoors during outbreaks and were fed there. In 1978, milk production in herd A began to decline the day outbreaks began. The decline continued for 175 days and did not end until long after outbreaks ceased in the fall. That is, individual cows did not return to normal production until they had calved and commenced new lactation cycles. Gross value of milk production in herd A declined by an average of $0.95 a cow a day during the 175-day period, whereas

épreuves menées avec ce larvicide ont révélé que les infestations de larves de mouches noires pouvaient être temporairement réprimées sans laisser de résidus permanents de méthoxychlore ou sans réduire de façon permanente le nombre de larves d'autres insectes, du moins à des niveaux taxonomiques plus élevés. Cependant, en dépit du peu de risques apparents, les demandes pour obtenir ce larvicide doivent être justifiées. Une récente compilation des pertes encourues durant les infestations semble démontrer qu'il est justifié de prévenir les infestations à l'aide du larvicide méthoxychlore, du moins jusqu'à ce que d'autres moyens de protection aient été mis au point.

Contrairement à son prédécesseur *S. articum*, *S. luggeri* n'injecte pas de toxines létales, mais elle est capable d'infliger des pertes considérables pour au moins cinq raisons : 1° elle donne naissance à plusieurs générations chaque été et le nombre d'insectes augmente à mesure que la température de l'eau se réchauffe et que la population végétale augmente; 2° les lits de plantes aquatiques fournissent des conditions idéales pour la reproduction des larves à grande échelle; 3° les adultes peuvent émerger en si grands nombres qu'ils peuvent causer des pertes même après une dispersion étendue; 4° les adultes de *S. luggeri*, en tourbillonnant autour de la tête des animaux, leur causent de l'hyperactivité et du stress; 5° ces mouches s'attaquent aux humains de façon si agressive que durant certaines infestations, les gens ne peuvent travailler au-dehors, même s'ils tentent de se protéger avec un produit répulsif.

Les deux infestations les plus étendues et les plus dévastatrices se sont produites en 1978 (Figure 2). Cette année là, des essaims de *S. luggeri* ont tout d'abord jeté la panique parmi les bestiaux paissant dans des pâturages adjacents à la rivière Saskatchewan, le 26 mai. Le 3 juin, des vents du nord ont entraîné les insectes vers le sud jusqu'à Wynyard, ville située à environ 170 kilomètres au sud du point d'émergence des insectes sur la rivière Saskatchewan. Par la suite, de forts vents d'est ont retransporté suffisamment de mouches noires pour déranger des animaux situés à au moins 40 km au-delà de Saskatoon; c'est donc dire que les insectes ont parcouru une distance totale d'au moins 300 km de leur point apparent d'émergence. En 1978, les mouches *S. luggeri* se sont disséminées sur environ 38 000 km dans la région du centre-est de la Saskatchewan et on a signalé des pertes considérables attribuables à des infestations répétées sur une superficie d'environ 5700 km^2. Dans cette région, on dénombrait au moins 650 taurillons de race pure, 11 000 vaches d'élevage de boucherie, 9500 veaux au pis, 1100 vaches laitières et 7000 autres bovins.

S. luggeri se déplace le plus aisément lorsque la température de l'air se situe à environ 20 °C. Pendant les jours les plus chauds de l'été 1978, ces insectes étaient en nombre suffisant pour causer de l'hyperactivité dans les troupeaux. Les bovins s'affolaient facilement, se jetant parfois sur les clôtures ou les murs des granges pour échapper aux attaques des insectes. Au lieu de paître dans les gras pâturages des terres basses, ils se rassemblaient au sommet des collines, dans un état d'agitation constante, alors que les animaux se pressaient vers le centre du troupeau afin d'éviter les attaques des insectes. Les activités de paissage et d'allaitement ont décru fortement. La malnutrition et l'hyperactivité ont été rendues responsables de l'augmentation de la fréquence de l'apparition de maladies liées au stress comme la kératite contagieuse des bovins, la mammite, le panaris, la pneumonie du veau et la diarrhée. Certains animaux se sont même brisé des membres durant les galopades. Des veaux ont subi des brûlures lorsqu'ils ont été poussés vers des feux allumés dans l'espoir de chasser les insectes. Environ un septième des taurillons, devenus impuissants pour cause d'infection et d'asthénie même après avoir reçu des compléments alimentaires, a dû être remplacé. Environ 20 % des vaches paissant dans les pâturages touchés par les infestations n'ont pu concevoir à temps parce que la reproduction était interrompue durant chaque infestation. Le nombre de vaches qui n'ont pas conçu du tout cet été-là a augmenté d'au moins 2 %. Il semblerait qu'un veau né un mois en retard l'été suivant aurait pesé 30 kg de moins que le poids prévu au moment des ventes de veaux sevrés à l'automne. On a attribué aux infestations de mouches noires 1,75 % et 0,25 % des décès respectifs de veaux au pis et d'animaux plus vieux. Les pertes les plus considérables se sont situées cependant au niveau des manques de gain de poids. Les producteurs ont fait savoir que leurs animaux ont perdu du poids en 1978 alors qu'on s'attendait à des gains de poids d'environ 0,2 kg par jour, dans le cas des veaux au pis, et d'environ 1,0 kg par jour pour ce qui est des vaches et des veaux sevrés. Les animaux n'ont été pesés ni dans les pâturages ni en dehors en 1978, ce qui fait que les producteurs ne peuvent apporter de preuves à l'appui de leurs déclarations. Cependant, les épreuves que nous avons effectuées sur des bestiaux de grand parcours protégés à l'aide d'étiquettes d'oreille « Bovaid® » ou de vaporisations de perméthrine ont montré des gains de poids d'environ 0,1 kg par jour dans le cas des veaux, et d'environ 0,5 kg par jour pour ce qui est des vaches. Ces chiffres représentent le gain moyen de poids par comparaison avec des animaux non protégés, et résultent d'observations prises durant une saison de paissance de 140 jours. D'après ces résultats, il ressort que les gains de poids non réalisés en 1978 chez 9500 veaux et chez 18 000 vaches et veaux immatures sevrés auraient coûté respectivement 266 000 et 2 205 000 $ aux producteurs. Lorsqu'on ajoute les autres conséquences, c'est-à-dire les retards de conception, les décès d'animaux et les taurillons à remplacer, les pertes totales qu'ont dû assumer les producteurs s'élèveraient à plus de 2 900 000 $. Ces chiffres ne tiennent pas compte de pertes additionnelles subies sur 32 000 km^2 de pâturages moins gravement touchés de même que des coûts des soins vétérinaires supplémentaires, des réparations aux clôtures et aux granges, des compléments alimentaires et des heures de travail supplémentaires requises pour maîtriser les troupeaux hyperactifs.

Les bovins laitiers ont également été affectés par les infestations de *S. luggeri*, tout particulièrement lorsqu'ils ne pouvaient avoir accès aux granges (Figure 3). Le producteur « A » a fait paître son troupeau à l'extérieur pendant tout l'été parce qu'il possédait de vastes pâturages trop rocailleux et humides pour être utilisés pour la culture. Le producteur « B » a toujours gardé ses vaches dans sa grange. Le producteur « C » a fait paître son troupeau à l'extérieur mais lui a laissé libre accès à une grange. Ce dernier a rapporté que son troupeau demeurait volontairement à l'intérieur durant les infestations; c'est donc là qu'il était alimenté. En 1979, la production laitière du troupeau « A » a commencé à décroître la journée de l'apparition des insectes. Ce déclin s'est poursuivi pendant 175 jours et ne s'est arrêté que longtemps après la disparition des insectes à l'automne. En d'autres mots, les vaches n'ont repris leur production habituelle qu'après avoir mis bas et commencé une nouvelle période de lactation. La valeur brute de la production de lait du troupeau « A » a chuté en moyenne de 0,95 $ par vache

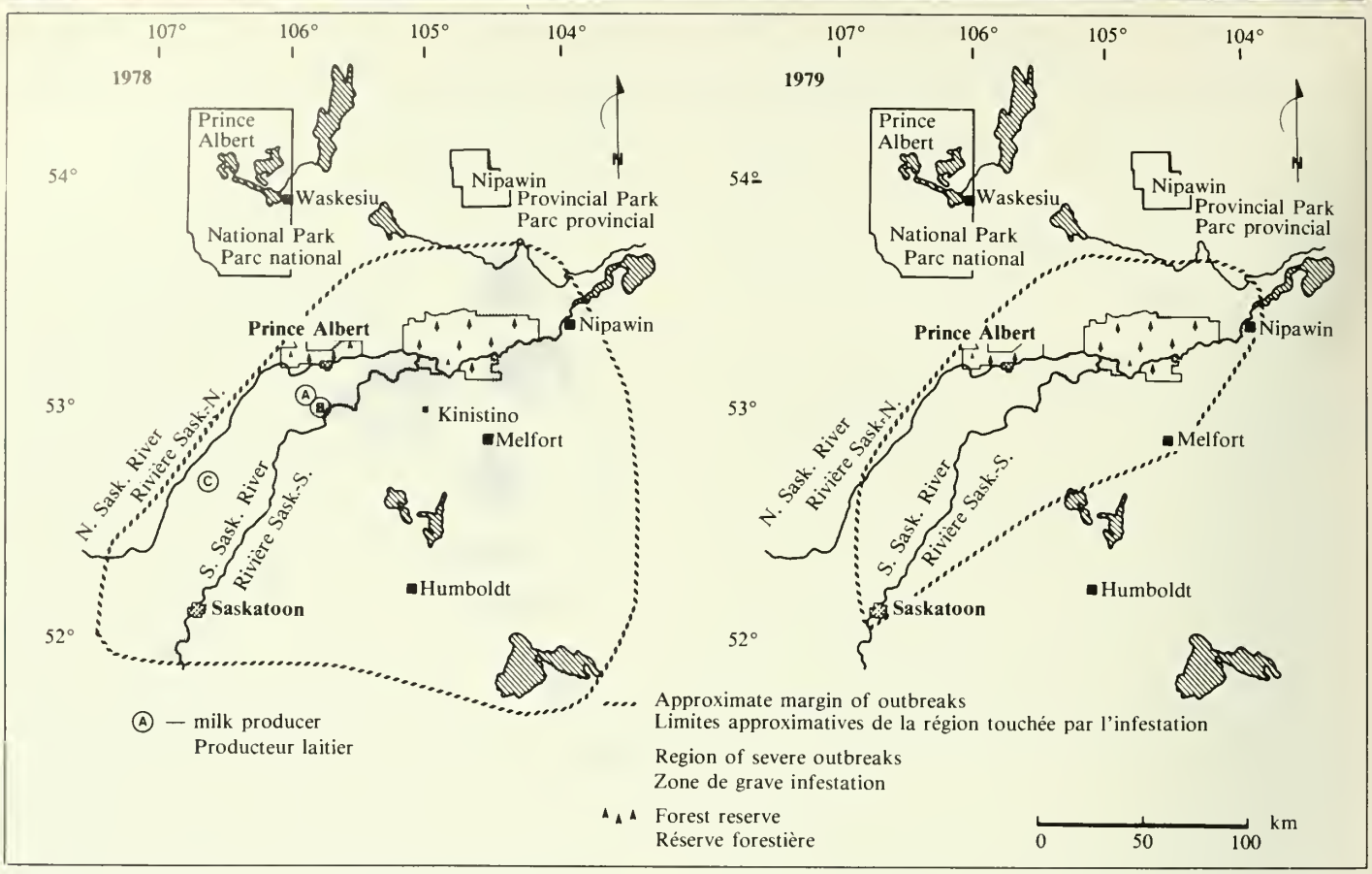


Figure 2. Maps of central Saskatchewan showing approximate areas subjected to outbreaks of Simulium luggeri *in 1978 and 1979. Heavily shaded areas were considered to be severely affected.*

Figure 2 Cartes de la région centrale de la Saskatchewan illustrant les régions approximatives touchées par les infestations de Simulium luggeri *en 1978 et en 1979. Les zones très ombragées sont considérées comme ayant été très affectées.*

production in herd B increased by $0.71 and in herd C by $0.11. The differences in average value of gross production between herds A and C was $1.06 a cow a day, indicating the advantage of allowing a herd free access to a barn during an outbreak of *S. luggeri*. Losses to all owners of unprotected dairy cows in only those regions severely affected by *S. luggeri* in 1978 were estimated to have totalled $57,000. Losses were not estimated in an additional 32,000 km^2 that were less affected by black flies that year.

Long-term trends in cattle production and in patterns of land use in outbreak areas indicated that producers were disturbed by uncertainties as to when and where future outbreaks of *S. luggeri* might occur. Annual reports from Saskatchewan Agriculture show that on average, less than 85 per cent of carrying capacities of provincial community pastures in outbreak areas were used, 1969 to 1981 inclusive, compared with more than 89 per cent in the rest of the province.

Also, percentages of breeding cows among populations of mature cattle committed to affected pastures each year were consistently lower, sometimes by as much as 14 percentage points, than in unaffected pastures. Producers claimed they kept some cows in home pastures in hope of obtaining higher conception rates.

Percentages of suckling calves accompanying breeding cows in affected pastures were lower than in unaffected pastures. In 1979, the difference reached 6.5 per cent, reflecting the size of the decline in conception rates in 1978.

Between 1975 and 1982 in three municipalities adjacent to the Saskatchewan River, Canada Census data show that numbers of dairy cattle declined by 70 per cent and other cattle by 29 per cent and amount of land devoted to improved pasture declined by 32 per cent. In comparison, in three municipalities averaging 75 km from the river, dairy cow populations declined by 47 per cent, beef cattle by 2 per cent, and improved pasturage by 7 per cent during these same six years. In the three municipalities nearest the river, some 1237 ha of unused pastures apparently were abandoned as they were entirely unsuitable for cultivated crops.

In summary, economic losses to beef cattle producers in east central Saskatchewan during outbreaks of *S. luggeri* in 1978 alone were estimated to have exceeded $2,900,000. Losses to dairy producers that same year apparently exceeded $57,000.

Outbreaks in later years were less widespread and destructive presumably due in part to experimental use of methoxychlor larvicide. However, continued apprehension about future outbreaks caused some producers to reduce herd sizes, modify management practises, convert pastures to less productive uses, and petition governments to continue larval abatement programs.

Guidelines for monitoring and for use of larvicide were recently written following years of experimentation at the Canada Agriculture Research Station, Saskatoon.

Mr. Fredeen is an entomologist with Agriculture Canada Research Station, Saskatoon, Sask.

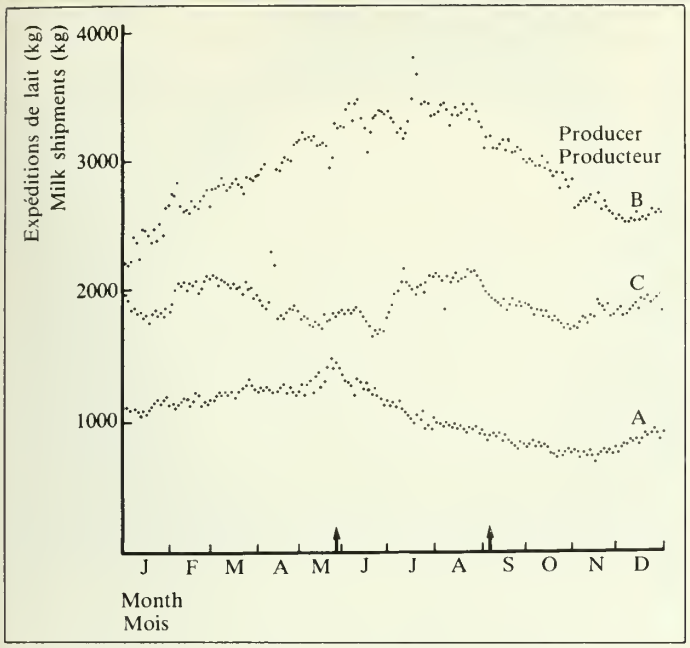


Figure 3. Milk shipments (two-day accumulations) throughout 1978 from three dairies in central Saskatchewan. (See figure 2 for locations of dairies). Arrows indicate beginning of outbreaks of S. luggeri *on May 26 and approximate ending on Sept. 7.*

Figure 3 Expéditions de lait (accumulations de deux jours) de trois laiteries du centre de la Saskatchewan pour l'année 1978 (voir la Figure 2 pour la situation des laiteries). Les flèches indiquent le début des infestations de S. luggeri, *le 26 mai et la date approximative de disparition des insectes, le 7 septembre.*

par jour durant la période de 175 jours, alors que la production du troupeau « B » a augmenté de 0,71 $ et celle du troupeau « C » de 0,11 $. La différence dans les valeurs moyennes de la production brute entre les troupeaux « A » et « C » s'établit à 1,06 $ par vache par jour, révélant l'avantage qu'il y a à laisser aux troupeaux libre accès à une grange durant une infestation de *S. luggeri*. Les pertes encourues par tous les propriétaires de vaches laitières non protégées dans les seules régions gravement touchées par *S. luggeri* en 1978 totalisent approximativement 57 000 $. Ce chiffre ne tient pas compte des pertes encourues sur une superficie supplémentaire de 32 000 km^2 de pâturages qui ont été moins gravement touchés par les mouches noires cette année-là.

Des tendances à long terme dans la production du bétail et dans les habitudes d'utilisation des terres, dans les régions touchées par les infestations, indiquent que les producteurs sont très préoccupés par l'incertitude qui règne à savoir où et quand les futures infestations de *S. luggeri* se produiront. Des rapports annuels du ministère de l'Agriculture de la Saskatchewan révèlent qu'entre 1969 et 1981 inclusivement, en moyenne moins de 85 % de la capacité de charge des pâturages collectifs de la province a été utilisée dans les régions touchées par les infestations, comparativement à une utilisation de plus de 89 % dans le reste de la province.

Par ailleurs, les pourcentages de vaches de reproduction, dans les troupeaux de bovins matures envoyés dans les pâturages touchés, étaient chaque année constamment inférieurs, la différence pouvant atteindre 14 % par rapport aux pâturages non affectés. Les producteurs rapportent avoir gardé certaines vaches dans les pâturages de la ferme dans l'espoir d'obtenir de plus hauts taux de conception.

Peaceful grazing impossible when black flies strike.
Les mouches noires empêchent les bêtes de pâturer en paix.

Dans les pâturages touchés, le pourcentage des veaux au pis accompagnant les vaches de reproduction était moindre que dans les pâturages non affectés. En 1979, cette différence a atteint 6,5 % témoignant de l'importance de la chute du taux de conception en 1978.

Les données du recensement du Canada révèlent qu'entre 1975 et 1981, dans trois municipalités voisines de la rivière Saskatchewan, le nombre de bovins laitiers a décru de 70 % et celui des autres bovins de 29 %; d'autre part, la superficie de territoire allouée aux pâturages améliorés a chuté de 32 %. Si l'on compare avec trois municipalités situées en moyenne à 75 km de la rivière, la population de vaches laitières a chuté de 47 %, celle des bovins de boucherie de 2 % et la proportion de pâturages améliorés de 7 % durant la même période. Dans les trois municipalités situées le plus près de la rivière, quelque 1237 ha de pâturages inutilisés ont apparemment été abandonnés parce qu'ils ne pouvaient convenir à des fins de culture.

En résumé, en 1978 seulement, les pertes économiques encourues par les producteurs de bovins de boucherie, dans la région centre-est de la Saskatchewan durant les infestations de *S. luggeri*, ont été évaluées à plus de 2 900 000 $, et celles encourues par les producteurs laitiers excèderaient selon toute vraisemblance 57 000 $.

Depuis quelques années les infestations sont moins étendues et moins dévastatrices probablement en raison de l'application expérimentale du larvicide méthoxychlore. Cependant, les producteurs, continuant à appréhender de futures infestations, ont réduit la taille de leurs troupeaux, modifié leurs pratiques de gestion, converti leurs pâturages à des usages moins productifs et demandé aux différents paliers de gouvernement de poursuivre les programmes de destruction des larves.

Récemment, on a rédigé des lignes directrices sur la surveillance et l'utilisation des larvicides. Ces lignes directrices résultent de plusieurs années de recherches menées à la Station fédérale de recherches agricole de Saskatoon.

M. M.E. Fredeen est entomologiste à la Station fédérale de recherches agricoles de Saskatoon.

Sylvagrest: a new growing medium for ornamental plants

Claude Richer-Leclerc

The growing medium has an important influence on root growth of cuttings used to propagate ornamental plants. A new growing medium, Silvagrest, was tested at L'Assomption Experimental Farm in Quebec and found to have no significant advantage over conventional media. Further tests will evaluate the new substance for use for container plants and for starting seedlings.

The growing medium used in ornamental horticulture for the propagation of plants from cuttings has a significant effect on their development. The growing medium supports the cuttings during the rooting period, retains moisture to prevent the cuttings from drying out, and allows air circulation at the base of the cuttings.

The root growth of cuttings that root easily is only slightly affected by the type of growing medium. The growing medium strongly influences the root growth of hard-to-root species. Because percentage of rooting and quality of the root system are closely related to the type of medium, it is important to know the appropriate medium to use for each species.

Sylvagrest is a new growing medium made at Pouxeux, France, and consisting of so-called ligno-cellulosic stabilized agrestats. Its manufacturer says Sylvagrest activates root production and development and could advantageously replace certain growing media now used in horticulture. A study was launched at L'Assomption Experimental Farm in 1982 to compare Sylvagrest with other media used to root cuttings. The new product was compared with peat moss, sand, and perlite, with combinations of the latter three, and with combinations of Sylvagrest and the three conventional media.

Cuttings of *Physocarpus opulifolius nanus* (dwarf common nannyberry), easy to root, *Cotoneaster acutifolius* (Peking cotoneaster) and *Prunus cistena* (purpleleaf sand cherry) more difficult to root, and *Betula pendula* (European white birch) very hard to root, were collected in the summer of 1982. They were treated with a rooting hormone (IBA), and placed in boxes under an intermittent mist. Nine characteristics were used to evaluate rooting. This report considers three characteristics only: percentage rooting, average root length in centimetres, and average number of roots for each of the rooting media.

The cuttings of *Betula pendula* did not form any roots regardless of the medium used. *Physocarpus opulifolius nanus* performed best in all three characteristics in the peat moss-sand mixture (Table 1). The difference in length and number of roots was especially marked. The peat moss-sand mixture was significantly superior to other media for average number of roots, and was superior to all media, except Sylvagrest, for average root length.

The mixed media gave higher rooting percentages than the pure media (Table 2).

Initial rooting of *Cotoneaster acutifolius* was related to the presence of perlite in the medium (Table 2). This species and *Prunus cistena* responded best, however, to the Sylvagrest-perlite mixture, although the rooting percentage for *Prunus* was low (Table 2).

Sylvagrest was not significantly superior to the other media, alone or mixed.

Table 1. Percentage rooting, average length of roots (cm), and average number of roots for cuttings of *Physocarpus opulifolius nanus*, rooted in 10 different growing media.

Growing media	Rooting	Average length of roots	Average number of roots
	%	(cm)	
Peat moss	80^{ab}	3,0^{b}	7,8^{b}
Sand	75^{ab}	6,3^{b}	9,8^{b}
Perlite	60^{b}	3,7^{b}	6,2^{b}
Sylvagrest	65^{b}	16,2^{ab}	17,8^{b}
Peat moss : sand	98^{a}	29,0^{a}	43,7^{a}
Sylvagrest : sand	85^{ab}	3,4^{b}	7,1^{b}
Perlite : sand	80^{ab}	3,8^{b}	7,5^{b}
Peat moss : perlite	85^{ab}	9,5^{b}	20,0^{b}
Sylvagrest : perlite	58^{b}	5,4^{b}	12,3^{b}
Peat moss : Sylvagrest	78^{ab}	9,6^{b}	16,7^{b}

In the columns, the averages with different letters are statistically different at 5% using Duncan's test.

Table 2. Rooting percentage of *Physocarpus opulifolius nanus, Cotoneaster acutifolius* and *Prunus cistena*, using 10 different growing media.

Growing media	Rooting		
	P. opulifolius nanus	*C. acutifolius*	*P. cistena*
		%	
Peat moss	80^{ab}	53^{ab}	15^{ab}
Sand	75^{ab}	63^{ab}	10^{ab}
Perlite	60^{b}	53^{ab}	3^{b}
Sylvagrest	65^{b}	35^{b}	8^{ab}
Peat moss : sand	88^{a}	65^{ab}	15^{ab}
Sylvagrest : sand	85^{ab}	38^{b}	13^{ab}
Perlite : sand	80^{ab}	71^{ab}	15^{ab}
Peat moss : perlite	85^{ab}	60^{ab}	15^{ab}
Sylvagrest : perlite	58^{b}	83^{a}	23^{a}
Peat moss : Sylvagrest	78^{ab}	50^{ab}	15^{ab}

In the columns, the averages with different letters are statistically different at 5% using Duncan's test.

A physico-chemical analysis is now under way to obtain more data on Sylvagrest. The test is the first of a series to determine the qualities of Sylvagrest for growing ornamental plants. Further tests will focus on the value of Sylvagrest for cuttings, for growing plants in containers, and for seedlings.

Dr. Richer-Leclerc is a research scientist at Agriculture Canada's L'Assomption Experimental Farm in Quebec.

Un nouveau substrat en horticulture ornementale : le Sylvagrest

Claude Richer-Leclerc

Le type de substrat utilisé en horticulture ornementale influence considérablement le développement des boutures lors de leur multiplication. Premièrement il leur sert de support pendant la période d'enracinement; deuxièmement il leur conserve l'humidité et troisièmement il permet la pénétration de l'air à leur base.

Le milieu de culture est d'autant plus important qu'il affecte directement le type de système racinaire des boutures, donc leur qualité. En effet, certains substrats provoquent la formation de longues racines non ramifiées, larges et cassantes, alors que d'autres favorisent le développement de racines fourchues, flexibles et minces, permettant une meilleure reprise au cours de la transplantation.

En général, dans le cas des boutures d'enracinement facile, la rhizogénèse n'est que peu influencée par le choix du substrat utilisé alors que les espèces d'enracinement difficile le sont fortement. Il devient donc important de connaître le substrat approprié à chaque espèce puisque le pourcentage d'enracinement ainsi que la qualité du système racinaire y sont étroitement reliés.

De nouveaux produits apparaissent régulièrement sur le marché et il est nécessaire d'évaluer leur potentiel pour la culture de plantes ornementales. Le Sylvagrest, constitué à base d'agrestats stabilisés dit ligno-cellulosiques et produit à Pouxeux, en France, semble offrir un potentiel intéressant. Selon la société Agrestat, le Sylvagrest activerait le développement et la multiplication des racines et pourrait remplacer avantageusement certains milieux de culture actuellement utilisés en horticulture. Afin de déterminer les qualités de ce nouveau produit, pour la culture des plantes ornementales, une étude sur la rhizogénèse des boutures de différentes espèces a été amorcée à la Ferme expérimentale de L'Assomption en 1982.

Une dizaine de mélanges de culture déjà connus et utilisés en propagation, ont été choisis pour l'enracinement de quatre espèces ornementales, afin de comparer le Sylvagrest, seul ou combiné. Des boutures de *Physocarpus opulifolius nanus*, d'enracinement facile, de *Cotoneaster acutifolius* et *Prunus cistena*, d'enracinement plus difficile, et de *Betula pendula*, d'enracinement très difficile, ont été recueillies au cours de l'été 1982, traitées avec une hormone d'enracinement (IBA) et placées dans des caissettes sous un brouillard intermittent. Pour l'évaluation de l'enracinement, neuf paramètres ont été retenus. Dans cet exposé, il n'est fait mention que de trois, soit le pourcentage d'enracinement des boutures, la longueur moyenne (en centimètres) et le nombre moyen de racines pour chacun des substrats.

Les résultats obtenus reflètent la spécificité des réponses pour chacune des espèces. Les boutures de *Betula pendula* n'ont pas formé de racines quel que soit le substrat utilisé. Pour le *Physocarpus opulifolius nanus*, les meilleurs résultats ont été obtenus de la combinaison mousse de tourbe et sable, selon les trois paramètres d'évaluation (Tableau 1). La distinction apparaît particulièrement nette lors de l'évaluation de la qualité des racines (longueur et nombre). La combinaison mousse de tourbe/sable est significativement supérieure aux autres traitements pour le nombre moyen de racines et est supérieure à tous les traitements sauf pour le Sylvagrest en ce qui regarde la longueur moyenne des racines.

Si on compare maintenant le pourcentage d'enracinement des trois espèces appartenant respectivement aux genres *Physocarpus, Cotoneaster* et *Prunus*, on note que les combinaisons de substrats donnent généralement des meilleurs résultats que les milieux seuls (Tableau 2).

Tableau 1 Pourcentage d'enracinement, longueur moyenne (en centimètres) et nombre moyen de racines des boutures de *Physocarpus opulifolius nanus*, enracinées dans 10 substrats différents.

Substrats	Enracinement	Longueur moyenne des racines	Nombre moyen des racines
	%	(cm)	
Mousse de tourbe	80^{ab}	3,0^{b}	7,8^{b}
Sable	75^{ab}	6,3^{b}	9,8^{b}
Perlite	60^{b}	3,7^{b}	6,2^{b}
Sylvagrest	65^{b}	16,2^{ab}	17,8^{b}
Mousse de tourbe / sable	98^{a}	29,0^{a}	43,7^{a}
Sylvagrest / sable	85^{ab}	3,4^{b}	7,1^{b}
Perlite / sable	80^{ab}	3,8^{b}	7,5^{b}
Mousse de tourbe / perlite	85^{ab}	9,5^{b}	20,0^{b}
Sylvagrest / perlite	58^{b}	5,4^{b}	12,3^{b}
Mousse de tourbe / Sylvagrest	78^{ab}	9,6^{b}	16,7^{b}

Dans les colonnes, les moyennes auxquelles des lettres différentes sont accolées, sont statistiquement différentes d'après le test Duncan à 5 %.

Tableau 2 Pourcentage d'enracinement de *Physocarpus opulifolius nanus*, *Cotoneaster acutifolius* et *Prunus cistena*, enracinés dans 10 substrats différents.

Substrats	Enracinement		
	P. opulifolius nanus	*C. acutifolius*	*P. cistena*
		%	
Mouse de tourbe	80^{ab}	53^{ab}	15^{ab}
Sable	75^{ab}	63^{ab}	10^{ab}
Perlite	60^{b}	53^{ab}	3^{b}
Sylvagrest	65^{b}	35^{b}	8^{ab}
Mousse de tourbe / sable	88^{a}	65^{ab}	15^{ab}
Sylvagrest / sable	85^{ab}	38^{b}	13^{ab}
Perlite / sable	80^{ab}	71^{ab}	15^{ab}
Mousse de tourbe / perlite	85^{ab}	60^{ab}	15^{ab}
Sylvagrest / perlite	58^{b}	83^{a}	23^{a}
Mousse de tourbe / Sylvagrest	78^{ab}	50^{ab}	15^{ab}

Dans les colonnes, les moyennes auxquelles des lettres différentes sont accolées, sont statistiquement différentes d'après le test Duncan à 5 %.

Pour *Cotoneaster acutifolius* l'initiation des racines est liée à la présence de perlite dans les combinaisons de substrat (Tableau 2), mais pour cette espèce et *Prunus cistena*, le meilleur traitement est la combinaison Sylvagrest/perlite, quoique le pourcentage d'enracinement demeure faible pour le *Prunus* (Tableau 2).

Dans cette expérience, les résultats ne permettent pas de déceler une nette supériorité du Sylvagrest sur les autres milieux seuls ou combinés.

Une analyse physico-chimique est en cours présentement pour obtenir plus de données sur ce nouveau produit. Cet essai est le premier d'une série d'expériences qui visent à déterminer les qualités du Sylvagrest pour la culture de plantes ornementales, tant pour sa valeur au bouturage, que pour sa valeur comme milieu de culture en conteneurs ou comme milieu de support pour les semis.

Claude Richer-Leclerc est chercheur à la Station de recherches d'Agriculture Canada, à L'Assomption, au Québec.

The dangers of growing corn on hilly terrain

A. Pesant

In Quebec, the growing of silage corn on hilly terrain (which accounts for 14 per cent of the province's total farmland) is increasing. There are some reservations about this practice because corn leaves fields and land bare, without any protection, in the months of the year when rainwater erosion is greatest.

Rainwater erosion is caused primarily by raindrops hitting the soil. Their violent impact detaches soil particles from the aggregates and contributes to the development of a thin crust, which reduces the rate of infiltration. At this point, the water begins to run off, taking soil with it. The velocity of the moving water becomes proportional to the intensity of the rain. The steeper and longer the slope, the greater the amount of surface soil eroded and transported to streams. If the sediments transported contain nutrients, the remaining soil becomes poorer. The result is a gradual deterioration of the topsoil through the action of water. In the event that the soil loses a large quantity of phosphatic elements to runoff water, there is a danger of pollution to streams.

Erosion can be controlled through practices such as contour strip cropping, which involves planting rows across the slope. The system is seldom used in Quebec, because farms in hilly areas were surveyed in narrow strips at right angles to watercourses. This forces farmers to plant corn in rows in the direction of the slope. Soils formed on glacial till are extremely sensitive to erosion by precipitation water. Between April and September, 450 mm or more of such water may fall, for a monthly average of 75 mm.

At the Lennoxville Research Station a study was made to determine the seriousness of erosion on cultivated slopes. Erosion plots were developed, 15 m long by 3 m wide on a 10 per cent slope. Collector pans were placed in each plot to measure the quantities of soil eroded and the volume of runoff water. Chemical analyses were carried out to determine the amounts of nitrate, phosphorus, and potassium lost in the runoff water. Silage corn and grass pasture were grown on the plots for 4 years. All the plots received applications of nitrogen, phosphorus, and potassium, at annual rates averaging 71 kg/ha, 53 kg/ha and 143 kg/ha, respectively.

It was observed, first of all, that 88 per cent of the rainwater falling on the corn plots infiltrated into the soil. Even though only 12 per cent of the precipitation water flowed down the slope, soil losses were astronomical, totalling 50,800 kg/ha, or more than 12,700 kg/ha a year (Table 1). At this rate, the topsoil, which is generally 15 cm thick, would completely disappear within 75 years. Soil scientists consider it would take several thousand years to reconstitute the topsoil. Soil losses on the grass pasture were negligible.

The volume of runoff water varies, depending on the type of soil, plant cover, and slope. The percentage of water runoff is also determined to a large extent by the quantity, intensity, and length of rainfall. In seasons when heavy, but infrequent, precipitation is interspersed with fairly long periods of drought, soil water reserves will no longer suffice for optimum growth and crop yields could be affected. This water is therefore lost to plants. On perennial pasture plots, it was found that the presence of vegetation increased soil permeability and that a greater quantity of water was absorbed. For example, it was noted that the perennial pasture saved nearly 5 times as much water as the corn (Table 1).

Erosion of soil by water removed quantities of nutrients essential to plants (Table 2). We found that potassium was

Table 1. Loss of eroded soil and volume of water runoff in plots of corn and perennial pasture on a 10 per cent slope (4-year total)

Crop	Total soil loss (kg/ha)	Total water runoff (m^3/ha)
Corn planted in the direction of the slope	50,800	1,512
Perennial pasture	760	328

Corn on hilly terrain can create erosion problems.

Le maïs cultivé sur les pentes peut causer des problèmes sérieux d'érosion.

Les dangers de la culture du maïs dans les régions à topographie accidentée

A. Pesant

Au Québec, la superficie consacrée à la culture du maïs d'ensilage a tendance à augmenter à un rythme accéléré dans les régions à topographie accidentée qui représentent 14 % du territoire agricole. Cette référence à la topographie des sols sur lesquels on cultive le maïs laisse entendre que nous avons certaines réticences à leur sujet. C'est exact et nous les avons en connaissance de cause : cultivé sur ces sols, le maïs laisse les champs à découvert, sans protection aucune, au cours des mois de l'année les plus propices à l'érosion par l'eau de pluie.

L'impact des gouttes de pluie sur le sol est le facteur primordial d'érosion pluviale. Leur choc violent détache les particules des agrégats et contribue à la formation d'une mince croûte qui réduit le taux d'infiltration. À ce stade l'eau commence à ruisseler et sa vitesse augmente en rapport avec l'intensité de la pluie. Plus la pente est raide et longue, plus le sol de surface est arraché et transporté vers les cours d'eau. Si les sédiments transportés contiennent des fertilisants, le sol reste appauvri en éléments nutritifs. Il en résulte une dégradation graduelle de la couche arable par l'action de l'eau. Il y aura aussi danger de pollution si une grande quantité d'éléments phosphatés se trouvait ainsi véhiculée jusque dans les cours d'eau.

On connaît certains principes de conservation du sol, comme la culture en courbes de niveau où les rangs sont disposés dans le sens contraire à la pente. On ne voit à peu près jamais cette technique appliquée au Québec parce que dans les régions accidentées les terres ont été cadastrées en étroites bandes perpendiculaires aux cours d'eau, forçant les cultivateurs à cultiver dans le sens de la pente. Or, les sols formés sur till glaciaire sont extrêmement sensibles à l'érosion par l'eau de précipitation, qui peut atteindre 450 mm et plus d'avril à septembre, soit une moyenne mensuelle de 75 mm.

On a tenté de le savoir pour une pente de 10 pour 100, à la Station de recherches de Lennoxville. On a implanté des parcelles d'érosion de 15 m de longueur par 3 m de largeur, toutes équipées de bacs collecteurs permettant de mesurer les quantités de sol érodé et le volume d'eau de ruissellement. On a fait l'analyse chimique du sol et de l'eau accumulés pour déterminer les quantités de nitrate, de phosphore et de potassium ainsi perdus. Durant quatre années, on a fait croître sur ces parcelles du maïs d'ensilage et des graminées de pâturage. Pour l'expérience, on avait appliqué des fertilisants sur toutes les parcelles, au taux annuel moyen de 71, 53 et 143 kg/ha de N, P et K respectivement.

On s'est d'abord rendu compte que 88 % de l'eau de pluie s'était infiltrée dans le sol sur les parcelles de maïs. Cependant, même si seulement 12 % de l'eau de précipitation avait dévalé la pente, les pertes de sol ont atteint un total astronomique de 50 800 kg/ha, soit plus de 12 700 kg/ha par année (Tableau 1). À ce rythme, 75 ans suffiraient pour faire disparaître complètement la couche arable qui est généralement de 15 cm d'épaisseur. Or, selon les évaluations des pédologues, il faudrait plusieurs milliers d'années pour la reconstituer. Quant aux pertes de sol sur le pâturage des graminées, elles ont été très négligeables.

Collectors used to measure soil erosion from hilly corn field at Lennoxville.

Bacs collecteurs servant à mesurer l'érosion sur une pente plantée en maïs à la Station de Lennoxville.

Le volume d'eau de ruissellement varie avec la nature du sol, la couverture végétale et la pente. La quantité, l'intensité et la durée de la pluie jouent aussi un rôle important sur le pourcentage d'eau écoulée. S'il arrivait des saisons où les précipitations se faisaient plus rares, plus intenses et entrecoupées de périodes de sécheresse plus ou moins importantes, la réserve en eau du sol ne suffirait plus à assurer une croissance optimale et le rendement des récoltes en serait affecté. Cette eau est donc perdue pour la plante. Sur les parcelles en prairie permanente, on a trouvé que la présence de végétation augmentait la perméabilité du sol et qu'une plus grande quantité d'eau y était absorbée. Ainsi, on s'est aperçu que la prairie permanente a permis d'économiser près de cinq fois plus d'eau que la culture du maïs (Tableau 1).

Tableau 1. Pertes de sol érodé et volume d'eau ruisselée pour la culture du maïs et la prairie permanente sur une pente de 10 pour 100 (total des quatre années).

Cultures	Pertes de sol totales (kg/ha)	Volume d'eau ruisselée total (m^3/ha)
Maïs cultivé dans le sens de la pente	50 800	1 512
Prairie permanente	760	328

L'érosion du sol par l'eau a emporté des quantités d'éléments nutritifs nécessaire aux plantes (Tableau 2). Nous avons découvert que le potassium était l'élément qui se trouvait en plus grande abondance dans l'eau de ruissellement. Les pertes les plus faibles en éléments solubles ont été sur la prairie permanente. Sur les parcelles de maïs, pour le total des quatre années, 22 kg/ha de potassium ont été perdus dans les eaux de ruissellement, 0,2 kg/ha de phosphore et 3 kg/ha de nitrate. On constate que le phosphore, élément au cœur des discussions sur la pollution des cours d'eau, a été le plus épargné. Le nitrate, pour sa part, s'infiltre bien dans le sol, car les pertes ne représentent que 4 % de la quantité appliquée.

De ce qui précède, on peut conclure que le phénomène est sérieux et que toute pratique culturale contribuant à réduire

the most plentiful element in the runoff water. The perennial pasture showed the smallest losses of soluble nutrients. In 4 years on the corn plots, losses of potassium, phosphorus and nitrate totalled 22 kg/ha, 0.2 kg/ha and 3 kg/ha, respectively. Phosphorus, the element most often discussed in connection with water pollution, was removed the least. Nitrate infiltration into the soil was good, since losses were only 1 per cent of applications.

From the foregoing, it may be concluded that soil erosion has serious effects and that any cultivation practice that helps to reduce the velocity of runoff water would provide effective control of the problem.

Farmers cannot be prevented from growing corn on hilly ground, but certain precautions should be taken. For example, corn should not be grown on steep slopes. These should be left in perennial pasture, since that is the only possible method of soil conservation.

Other slopes may be cultivated, but once again, farmers should make every effort to plough and plant corn across the slope. Furrows provide resistance to water runoff. While they may not stop runoff completely, they slow it down, which is not to be disregarded.

In any event, this is another reason for practising proper rotation. Corn should not be grown in the same field, year after year, over a long period.

Table 2. Loss of soluble nutrients in runoff water on plots of corn and perennial pasture on a 10 per cent slope (4-year total)

Crop	Loss of nutrients (kg/ha)		
	$N - NO_3$	P	K
Corn planted in the direction of the slope	3	0.2	22
Perennial pasture	0.3	0.08	2.5

Dr. Pesant is a research scientist at Agriculture Canada's Lennoxville Research Station in Quebec.

ECHOES from the field and lab

CANADIAN CATTLE WELCOMED ABROAD High-quality animals, strict health regulations, and aggressive salesmanship have combined to make Canadian cattle a commodity in demand on international markets.

Breeders of both dairy and beef cattle around the world are eager to obtain Canadian animals, bull semen, and, more recently, embryos, to upgrade their domestic herds.

In Japan, there is a statue of Romandale Count Crystan, a Holstein bull from Canada. The plaque on the statue reads that this bull over 10 years "had considerable impact on Holstein breeding in Japan and, because of his popularity, made a real contribution to the success of Japan Holstein Breeding Service".

Herefords from Western Canada are being used to develop a new range-style beef industry in Czechoslovakia. In Britain, the Canadian Holstein is known as Super-Cow because of the impact it has had on increased milk production. Venezuela is planning to crossbreed Canadian Holsteins with a tropical breed of domestic cattle to produce a high-producing milk cow suited to hot climates. Korea last year bought almost 3,000 Canadian Holsteins to improve its dairy industry and more than 5,000 beef cattle — mostly Charolais and Simmental — to increase beef production.

By far the biggest buyer of Canadian cattle is the United States where dairy farmers look to Canada for replacement heifers and for bulls that will improve their herds. The beef industry works on a North American basis with feeder and slaughter cattle moving freely both ways across the border in response to supply and demand.

Exports of live cattle from Canada bring in more than $200 million a year. Sales of frozen semen are worth an additional $10 to $20 million a year. Export sales of frozen embryos are still relatively small, but hold the potential to become an important means of developing higher-quality herds.

Breed associations and private exporters work in close cooperation with federal and provincial government marketing officers in moving Canadian cattle into export markets. Ontario and Alberta have been particularly active in organizing trade missions to help dairy farmers and beef cattlemen make contact with buyers outside of Canada. The federal department of agriculture is actively promoting exports of agri-food products including cattle.

The largest single factor in making Canadian cattle popular in world trade is the very high level of animal health requirements in force across the country. Outbreaks of exotic diseases, such as bluetongue or foot and mouth disease, can be costly to the livestock industry. Canada has taken steps to protect its producers through a maximum-security quarantine system for all animals coming into Canada from disease-prone areas.

Other countries are equally sensitive to the risk of importing disease. They turn to Canada for their cattle imports because they know they can rely on the effectiveness of the health control regulations to ensure that they receive only healthy animals.

Animals selected for export are subjected to health examinations and testing by Agriculture Canada veterinarians. Blood samples are taken at least 30 days before shipment and are used to test for a variety of diseases. Veterinarians follow up with what amounts to a complete physical check-up. If blood tests prove negative, the animals are approved for export. But there is another examination 24 hours before shipment and vets are on hand to ensure absence of clinical signs of disease at the loading dock at time of departure.

The genetic make-up of Canadian cattle is the other major factor attracting buyers to Canada. Milk production, feed-conversion efficiency, butterfat and protein quantity in the milk, and daily rate of gain in beef cattle are all factors that have improved dramatically as a result of ROP (Record of Performance) testing.

Some 50 to 60 per cent of Canadian dairy herds and 40 to 50 per cent of purebred beef herds are on some sort of test program.

Tableau 2. Perte d'éléments fertilisants solubles dans les eaux de ruissellement pour la culture du maïs et la prairie permanente sur une pente de 10 pour 100 (total des quatre années).

Culture	Perte d'éléments fertilisants (kg/ha)		
	$N - NO_3$	P	K
Maïs cultivé dans le sens de la pente	3	0,2	22
Prairie permanente	0,3	0,08	2,5

la vitesse d'écoulement des eaux de pluie, serait un remède efficace contre l'érosion du sol.

On ne peut pas empêcher l'agriculteur de faire la culture du maïs en terrain vallonneux, mais on peut suggérer les précautions à prendre. Ainsi, là où les pentes sont très fortes, on devrait laisser le champ en pâturage permanent. C'est la seule méthode possible de conservation du sol.

Seules les pentes plus douces peuvent être acceptables pour la culture du maïs et, encore là, on devrait autant que possible labourer et semer le maïs à contrepente. Les sillons forment un obstacle au ruissellement des eaux de surface; s'ils ne les arrêtent pas totalement, ils les ralentissent, ce qui n'est pas à dédaigner.

À tout événement, il y a là une raison de plus pour établir une bonne rotation, et ne pas cultiver le maïs dans le même champ sur une longue période.

Alain Pesant est chercheur à la Station de recherches de Lennoxville.

ÉCHOS des labos et d'ailleurs

LES BOVINS CANADIENS SONT BIENVENUS À L'ÉTRANGER La demande d'animaux de haute qualité, des règlements sanitaires très stricts et une politique de vente dynamique sont des facteurs qui ont permis aux bovins canadiens d'être en demande sur le marché international.

Les éleveurs de bovins laitiers et ceux de bovins de boucherie du monde entier désirent faire l'achat d'animaux canadiens, de sperme de taureau, et plus récemment d'embryons pour améliorer la qualité de leurs troupeaux domestiques.

Au Japon, on peut voir une statue de Romandale Count Crystan, un taureau Holstein du Canada. La plaque qui l'accompagne révèle que ce taureau « a eu un impact considérable sur l'élevage des Holstein au Japon et, qu'à cause de sa popularité, il apporte une contribution appréciable à la réussite du Service japonais d'élevage des Holstein. »

Les Hereford de l'Alberta servent à mettre sur pied une nouvelle industrie du bœuf de grands parcours en Tchécoslovaquie. En Grande-Bretagne, on appelle la Holstein canadienne la « super-vache », à cause de l'augmentation de la production laitière qu'elle a permise. Le Venezuela procède à des croisements de Holstein canadiennes avec une race tropicale de vaches domestiques, dans le but de produire des animaux donnant de grandes quantités de lait et adaptés aux climats chauds. La Corée a acheté l'année dernière 3000 Holstein canadiennes pour améliorer son industrie laitière et plus de 5000 bovins de boucherie, surtout des Charolais et des Simmental, pour améliorer sa production de bœuf.

Le plus important acheteur de bovins canadiens demeure de loin les États-Unis. Les producteurs laitiers américains s'adressent au Canada pour obtenir des génisses de remplacement et des taureaux qui leur permettront d'améliorer leur troupeau. L'industrie du bœuf travaille à l'échelle de l'Amérique du Nord, les bovins d'engrais et d'abattage passant fréquemment la frontière dans les deux sens en fonction des variations de l'offre et de la demande.

Les exportations de bovins sur pied en provenance du Canada dépassent les 200 millions de dollars par année. Les ventes de sperme congelé ont une valeur additionnelle de 10 à 20 millions de dollars par année. Les ventes à l'exportation d'embryons congelés sont encore relativement faibles, mais pourraient devenir un moyen important de sélectionner des troupeaux de haute qualité.

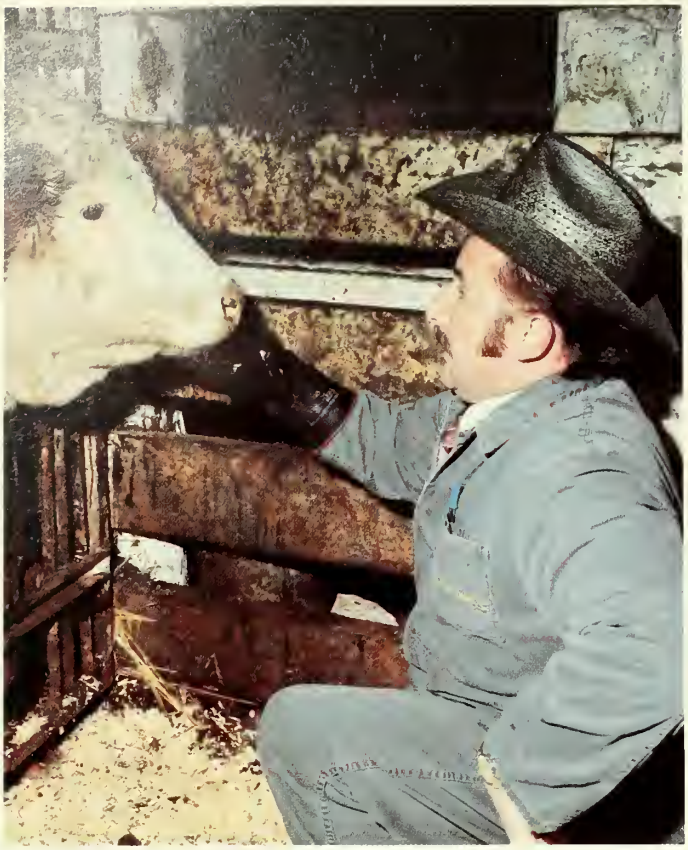
Les associations d'éleveurs et les exportateurs du secteur privé travaillent en étroite collaboration avec les agents de commercialisation des gouvernements fédéral et provinciaux pour trouver des débouchés aux bovins canadiens sur les marchés d'exportation. L'Ontario et l'Alberta se sont montrés particulièrement dynamiques pour organiser des missions commerciales afin d'aider les producteurs laitiers et les éleveurs de bovins de boucherie à prendre des contacts avec des acheteurs à l'extérieur du pays. Agriculture Canada s'occupe activement de faire la promotion des exportations de produits agro-alimentaires, incluant celle des bovins.

Le principal facteur qui a contribué à la popularité du bétail canadien sur la scène internationale reste les sévères exigences reliées à la santé animale, qu'on retrouve à travers tout le pays. La réapparition de maladies exotiques comme la fièvre catarrhale ou la fièvre aphteuse pourrait s'avérer coûteuse pour l'industrie du bétail. Le Canada a pris les mesures nécessaires pour protéger ses producteurs grâce à un système de quarantaine à sécurité maximale pour tous les animaux entrant au Canada et provenant de régions touchées par les maladies.

D'autres pays sont également inquiets du risque d'importation de maladies et se tournent vers le Canada pour importer leur bétail, car ils savent qu'ils peuvent avoir confiance dans l'efficacité des règlements canadiens de contrôle sanitaire.

Les vétérinaires d'Agriculture Canada soumettent les animaux choisis pour l'exportation à des examens de santé et à des tests. Au moins 30 jours avant l'expédition, on prélève des échantillons de sang afin de détecter la présence de maladies. Les vétérinaires procèdent ensuite à un examen physique complet. Si les tests de sang s'avèrent négatifs, les animaux sont alors jugés bons pour l'exportation. Il y a cependant un autre examen 24 heures avant le départ. Le vétérinaire s'assurera alors sur place de l'absence de tout signe clinique de maladie au lieu d'embarquement, lors du départ.

Les antécédents génétiques du bétail canadien sont l'autre élément important qui attire les acheteurs étrangers au Canada. Grâce au test de contrôle des aptitudes, la produc-



Veterinary inspector does final check on animal being air-lifted overseas.

Un vétérinaire examine une dernière fois un animal sur le point de s'envoler par-delà les mers.

Bull test stations allow commercial cattlemen to buy herd sires with the heritable traits they want to pass on to their calves. Artificial Insemination Units test dairy bulls so that the farmer can buy semen that is proved to produce superior offspring. Now, through embryo transfer, cattlemen are making better use of the female side of the pedigree and multiplying the offspring of genetically-superior cows.

The Holstein breed is still the most popular Canadian cattle for breeding. In 1982, Canada exported 39,584 Holsteins, about 15,000 of them registered purebreds. Most non-registered Holsteins went to the United States because of the easy access of United States farmers to Canada for herd replacements.

A few of the non-registered Holsteins and another 33,000 head of mixed breed that went to the United States were steers and heifers for the beef trade.

Other dairy breeds were also represented among exports, including 427 Jerseys, 317 Ayrshires and 35 Guernseys. The Canadian Guernsey Association reports a keen interest developing in Central and South America for the Guernsey breed. The Canadian Ayrshire Association reports sales of 293 Ayrshires in the first six months of 1983, including 25 to Bermuda.

Most of the 223,000 beef cattle shipped in 1982 were feeder and slaughter steers and heifers to the United States. Among exports of registered beef cattle for breeding were more than 2,000 Aberdeen Angus, 2,500 Charolais, 5,500 Herefords and 2,100 Simmental. After the United States, the biggest buyer was Korea with more than 5,000 head, more than half them crossbred heifers for commercial beef production.

Overseas buyers use the Canadian livestock shows and sales as a means of obtaining cattle — particularly the Royal Agricultural Winter Fair in Toronto and Western Canadian Agribition in Regina. Many attend the shows, but prefer to do their buying directly from the farm. Agriculture Canada keeps a showcase herd at the Central Experimental Farm in Ottawa where overseas visitors to the National Capital can see what they can expect to find on Canadian farms.

PLANT GENE SEARCH Canadian scientists are searching fields and forests around the world looking for plants that could lead to higher yielding crops for Canadian farmers.

The final aim of this search is increased profits for farmers, lower food prices for Canadian consumers and higher export sales.

To achieve this, farmers need early maturing, healthy, disease-resistant crops suited to our varied Canadian climate.

Such crops are created by crossing varieties of the same breed of plant with desired characteristics. But some of these only exist in other countries and scientists must turn into globe trotters to find them.

One of these globe trotters is Bernard Baum.

Dr. Baum says many plants they need do not grow in Canada. Oats and barley, for example, are native to Turkey. Their wild relatives still live there and those plants may contain genes that will make our modern crops more productive.

The search has taken Agriculture Canada scientists to Turkey, Iran, Chile, Afghanistan, Argentina, Mexico and parts of the United States including Alaska. The next trip will be to China.

While visiting those countries, the research team also looks at the domesticated ancestors of today's varieties. Early farmers took next season's seed from the best plants. They tried to choose the ones which had not fallen victim to disease or drought and produced the highest quantity and quality of food.

Modern farm practices in those countries have almost eliminated those early, domesticated plants. But they could hold the genetic material to improve existing varieties grown now.

"We have to collect and store them before they vanish," Dr. Baum says.

"About 10 000 samples have already been brought back and banked for use by our plant breeders since the collection trips began in 1964.

"Although we focused on oats and barley, we also brought back wheat, rye and even apricots!" Dr. Baum says.

The plant material is usually collected in the form of seeds. Seeds are easier to carry, take less room to store and can be fumigated before entry into Canada so that diseases are not accidentally imported which could devastate related crops here.

In labs across Canada, plant scientists grow the seeds and record the plants' characteristics. They look for disease resistance, fast growth and higher yields. By cross breeding these wild plants to current commercial varieties, those genetic factors can hopefully be passed onto our own crops.

Dr. Baum says the local people are usually perplexed by the team's activities.

"They can't understand why anyone would want to come so far from home to collect weeds," he says.

"But if even one plant we bring back from each trip will increase yields or reduce losses from disease by as little as one per cent, farmers will be saved millions of dollars every year."

tion de lait, le rapport aliments-poids, le taux de matière grasse et de protéines dans le lait et le taux de croissance quotidien des bovins de boucherie sont tous des facteurs qui ont connu une forte amélioration.

De 50 à 60 % du troupeau laitier canadien, et de 40 à 50 % du troupeau de bovins pure race, sont soumis d'une façon ou d'une autre à des examens.

Les stations de test des taureaux permettent aux acheteurs commerciaux d'acheter des sujets reproducteurs possédant les traits héréditaires qu'ils veulent transmettre à leurs veaux. Les unités d'insémination artificielle font passer des examens aux taureaux laitiers ou destinés à la viande de boucherie pour que les agriculteurs puissent acheter les spermes qui leur assureront une descendance supérieure. Grâce aux transferts d'embryons, les éleveurs peuvent maintenant tirer un meilleur parti de l'hérédité femelle et multiplier la descendance de vaches génétiquement supérieures.

Les Holstein demeurent toujours les favorites à l'exportation. En 1982, le Canada en a exporté 39 584, dont environ 15 000 de race pure. La plupart de celles qui n'étaient pas enregistrées ont été expédiées aux États-Unis, car les agriculteurs américains ont un accès facile aux troupeaux canadiens pour le remplacement de leurs sujets.

Une petite quantité de vaches Holstein non enregistrées et 33 000 autres vaches de race commerciale expédiées aux États-Unis étaient des bouvillons et des génisses destinés au commerce du bœuf.

D'autres races de vaches laitières ont également fait l'objet d'exportations, dont 427 Jersey, 317 Ayrshire et 35 Guernsey. L'Association canadienne des éleveurs de Guernsey signale que la race Guernsey commence à soulever un intérêt dans les pays d'Amérique centrale et du Sud. L'Association canadienne des éleveurs de Ayrshire rapporte des ventes de l'ordre de 293 sujets lors des six premiers mois de 1983, dont 25 à destination des Bermudes.

La plupart des 223 000 bovins de boucherie expédiés aux États-Unis en 1982 étaient des bouvillons et des génisses d'engrais et d'abattage. Parmi les exportations de bovins de boucherie enregistrés, destinés à l'élevage, on relevait plus de 2000 Aberdeen Angus, 2500 Charolais, 5500 Hereford et 2500 Simmental. Le principal acheteur, après les États-Unis, est la Corée avec plus de 5000 sujets, plus de la moitié d'entre eux étant des génisses croisées pour la production commerciale de bœuf.

Les acheteurs étrangers profitent des foires agricoles canadiennes pour obtenir leur bétail — en particulier la *Royal Agricultural Winter Fair*, de Toronto et la *Western Canadian Agribition*, de Regina. Nombreux sont ceux qui visitent ces expositions mais préfèrent acheter directement à la ferme. Agriculture Canada a un troupeau de démonstration à la Ferme expérimentale centrale d'Ottawa; les visiteurs étrangers peuvent ainsi voir ce qu'ils peuvent s'attendre à trouver sur les fermes canadiennes.

On s'attend à ce que les ventes de 1983 dépassent celles de 1982. La *Holstein Friesian Association* fait état de ventes d'animaux enregistrés à destination des États-Unis, qui dépassent déjà, à la fin de juillet, le total de l'an dernier.

LA RECHERCHE DE MATÉRIEL GÉNÉTIQUE VÉGÉTAL Des spécialistes canadiens parcourent les champs et les forêts du monde entier à la recherche de semences qui permettraient aux agriculteurs canadiens d'augmenter le rendement de leurs cultures.

L'objectif ultime de cette recherche est d'augmenter les profits des agriculteurs tout en abaissant les prix des produits alimentaires pour les consommateurs canadiens, et d'augmenter les exportations.

Pour y parvenir, les cultivateurs ont besoin de plantes saines, résistantes aux maladies et adaptées à nos divers climats canadiens. C'est à ce moment que les chercheurs entrent dans le jeu.

Des cultivars sont créés par des botanistes qui croisent des variétés d'une même race dotée des caractères désirés.

Mais certaines des variétés primitives qui possèdent ces caractères n'existent que dans d'autres pays. Les chercheurs doivent alors parcourir le monde pour les découvrir.

Parmi ces globe-trotters se trouve M. Bernard Baum. Comme il l'explique, les plantes requises ne poussent pas au Canada. L'avoine et l'orge, par exemple, sont originaires de Turquie. Leurs ascendants sauvages y vivent encore, et ce sont ces plantes qui peuvent contenir des gènes capables de conférer à nos cultures modernes une meilleure productivité.

La recherche de ces variétés a entraîné les spécialistes d'Agriculture Canada en Turquie, en Iran, au Chili, en Afghanistan, en Argentine, au Mexique et dans certaines régions des États-Unis, dont l'Alaska. Leur prochaine destination sera la Chine.

En parcourant ces pays, l'équipe de scientifiques est à la recherche des ancêtres domestiqués des cultivars d'aujourd'hui. Les anciens agriculteurs choisissaient toujours les semences de leur prochaine saison parmi leurs meilleures plantes. Ils recueillaient celles qui n'avaient pas succombé aux maladies ou à la sécheresse et qui produisaient de la nourriture supérieure en qualité et en quantité.

Dans ces pays, les méthodes modernes d'agriculture ont presque éliminé ces anciennes plantes domestiquées. Or, elles peuvent contenir le matériel génétique utile à l'amélioration des variétés que nous cultivons.

« Nous devons les recueillir et les conserver avant qu'elles ne disparaissent, déclare Monsieur Baum. Depuis le début de ces missions en 1964, environ 10 000 échantillons ont été ramenés et mis en banque à l'intention de nos sélectionneurs. Bien que nous nous intéressions surtout à l'avoine et à l'orge, nous avons aussi rapporté du blé, du seigle et même des abricots! »

Le prélèvement de matériel végétal consiste généralement à ramasser les graines. Elles sont plus faciles à transporter, prennent moins de place en entrepôt et peuvent être fumigées avant d'entrer au Canada. On évite ainsi d'introduire accidentellement au pays des maladies qui pourraient dévaster des cultures qui leur ressemblent.

De retour dans les laboratoires, les botanistes cultivent les graines et consignent les caractères des plantes. Ils recherchent surtout la résistance aux maladies, une croissance rapide et des rendements supérieurs. En croisant ces plantes sauvages avec les variétés commerciales courantes, ces facteurs génétiques peuvent être transmis à nos propres cultures.

Selon Monsieur Baum, la population des pays visités est habituellement intriguée par les activités de l'équipe.

« Ces gens ne comprennent pas pourquoi on viendrait de si loin pour recueillir des mauvaises herbes. Mais si, de chaque voyage, nous ne rapportons qu'une plante qui accroîtra les rendements ou réduira les pertes imputables à la maladie de l'ordre de 1 % seulement, conclut Monsieur Baum, nous pourrons faire économiser, chaque année, des millions de dollars aux agriculteurs canadiens. »

Canada